

広域ネットワークを利用した電力系統監視システムの柔軟性確保

6R-3

- 電力系統のモデル化 -

土屋 武彦[†] 田中 立二[†] 関 知道[‡]

[†](株) 東芝 [‡] 東京電力(株)

1 はじめに

我々は、電力系統監視システムにおいて、系統構成や運用体制の変動などに対し柔軟性を確保する基本的な構成方法として SCOPE(System Configuration Of PowEr control system) を提言している。

SCOPEにおける設備情報の管理機能を系統情報モデル [1] と位置付け、系統構成や運用体制の変動においても業務アプリケーション(以下、業務 AP)に必要な設備情報を提供できる仕組みを実現する。

本稿では、系統情報モデルの管理情報である電力系統のモデル化について報告する。

2 系統情報モデルの概要

電力系統監視システムを構成する事業所は広域にわたって分散されており、それぞれの業務に応じた階層構成となっている。これらの事業所では業務によって設備情報の見え方(抽象度)に違いがある。例えば、系統設備の操作を業務とする事業所では、系統設備に1対1に対応した情報を必要とするが、電力需給のバランス監視を業務とする事業所では、途中の送電経路はシンボリックな情報で十分である。

系統情報モデルは、事業所毎に設置され、電力系統から得た設備情報を各事業所が必要とする抽象度に置き換えて管理し、その設備情報を業務 AP に提供する SCOPE のサブシステムである。電力系統の変動に対して業務 AP への柔軟性を確保するために次の基本機能を提供する。

1. 電力系統設備の情報管理
事業所ごとの抽象度に置き換えられた系統設備情報を管理する
2. 事業所間の情報変換(縮約)
設備情報の抽象度変換を行ない、事業所間で情報をやり取りする
3. 設備に固有な系統処理
系統設備の状態監視や充停電判定を行なう

この機能を実現するために系統情報モデルはオブジェクト指向によってモデル化する。ここで、系統情

報モデルが管理する設備情報はオブジェクト指向により、電力系統の構成要素である系統設備の関連は集約による has-a 関係でモデル化し、事業所間における抽象度の違いは継承による is-a 関係でモデル化する。また、上位事業所の系統設備は、下位事業所における複数の系統設備を組み合わせることで抽象化しているため、情報変換の際には電力系統における縮約機能を用いる。更に系統設備に関する設備状態監視などの処理を業務 AP から分離して、設備情報と共に一元化する。

以下、系統情報モデルの基本機能のうち 1, 2 について示す。初めにオブジェクト指向技術を用いた系統設備のモデル化について示し、次に縮約を用いた事業所間にわたる系統設備の関係について示す。

3 系統設備のモデル化

3.1 系統設備の集約関係

電力系統を構成する系統設備は、母線、変圧器、遮断器などであり、個々の系統設備をオブジェクトとして表す。

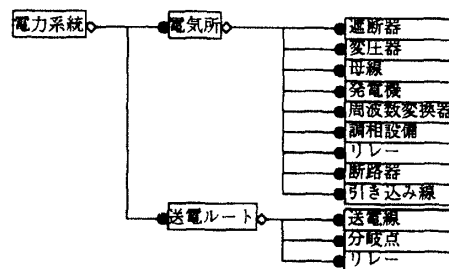


図 1: 系統設備の集約関係

電力系統監視システムを形成する各事業所では、それぞれが管轄する系統設備を監視対象としている。ここでは、実際の運用体制に沿った形で電力系統をモデル化するために電力系統の構成要素である系統設備を図 1 に示すように has-a 関係で表す。各事業所の系統情報モデルでは、電力系統オブジェクトを根幹として事業所が管轄する全系統設備のオブジェクトを集約する。電力系統オブジェクトは、電気所内の系統設備オブジェクトを集約した電気所オブジェクトと電気所間を結ぶ系統設備オブジェクトを集約した送電ルートオブジェクトを集約して構成する。

Flexible EMS/SCADA system
-Power System Information Model-
Takehiko Tsuchiya[†], Tatsuji Tanaka[†], Tomomichi Seki[†]
[†] TOSHIBA Corp., [‡] Tokyo Electric Power Co.

3.2 系統設備の継承関係

各系統設備が持つ設備情報(属性)は、次の通りである。

- 設備名称/定格値など運用中に不変の固有情報
- 開閉状態/接続状態/運転状態などのSV情報
- 電圧/潮流など数値で表現されるTM情報

系統設備は、事業所によって用いる属性が異なり、それが抽象度の違いになっている。設備情報は、抽象度のレベルが下位ほど情報が詳細になるので、系統設備の抽象度を図2に示すようにis-a関係で表す。全ての系統設備に共通な属性を持つ系統情報クラスを定義し、これを基底クラスとして各系統設備オブジェクトを定義するクラスに継承させる。

ここでは、監視体系を基にして系統設備に次の3段階の抽象度を定義する。抽象度1は監視のみを目的としたシンボリックな情報を持つ抽象度である。抽象度2は業務に必要な情報を持つ抽象度である。抽象度3は個々の系統設備管理に必要な属性を持つ抽象度で、もっとも詳細で具体的な属性を持つ。

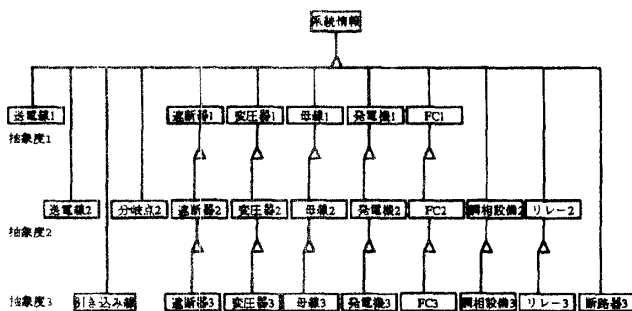


図2: 系統設備の継承関係

4 系統設備の縮約関係

現在の電力系統監視システムではそれぞれの事業所が電力系統から得た設備情報を必要な抽象度に置き換えて管理している。SCOPEでは、下位事業所の持つ設備情報を利用して上位事業所の設備情報に置き換えることで事業所間における設備情報の共有化を行なう。そのため、抽象度間の変換処理として縮約処理を用いる。この時、管轄範囲が広い上位事業所では変換対象となる系統設備が膨大になる。そこで、SCOPEでは処理効率の向上を考慮して下位事業所である電気所において縮約処理を行なう。縮約処理には以下の3つの方法を用いる。

- 論理縮約
複数機器の状態属性の論理演算を上位における該当設備の属性値とする

- 数値縮約

機器の属性値の平均、総和、代表値等を上位における該当設備の属性値とする

- 接続関係縮約

遮断器、断路器の開閉状態及び接続状態を追跡し上位における該当設備の接続関係とする

図3では、下位事業所の設備情報(抽象度3)と上位事業所の設備情報(抽象度1)の縮約関係を示している。例えば、抽象度3の複数の発電機、遮断器、断路器を用いて抽象度1の発電機に縮約する。ここで、縮約した発電機の属性は1つの発電量に抽象化される。

また縮約処理では、設備増設の際に下位事業所への変更要求のみで上位事業所に必要な系統設備オブジェクトを自動生成することも可能となる。

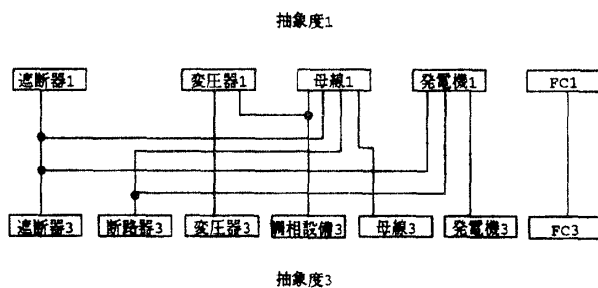


図3: 系統設備の縮約関係

5 おわりに

本稿では、電力系統監視システムにおける系統構成や運用体制の変動に対して電力系統の情報管理が柔軟に対応できる方式を示した。

系統情報モデルは、電力系統をオブジェクト指向技術に基づいてモデル化し、その情報の物理的位置や各種の変動を情報モデルの内部構造及びその変化として吸収し、業務APから隠蔽することで、柔軟に対処できる構成を実現した。

SCOPEの概念に基づいてプロトタイプシステムを構築し、いくつかの基本業務で検証を行なった結果、電力系統の情報管理に対する柔軟性が得られたことを確認できた[2]。現在は、広域な電力系統監視システムに分散した情報モデル間の連携処理による信頼性向上を行なっている。

参考文献

[1] 関他: 電力系統制御システムの柔軟性確立の研究 -系統情報モデル-, 電気学会全国大会 1353, 1995.
 [2] 関他: 電力系統監視制御システムの柔軟性確保方策 -検証システムの構築と評価-, 電気学会電力技術研究会 PE-96-88, 1996.