

電力系統監視制御システムへのオブジェクト指向分析適用の試行*

1 T-4
 堀 曜二¹ 小俣 孝夫¹ 神尾 光一¹ 関 知道¹ 渡辺 一² 本位田 真一²
¹東京電力(株) ²(株)東芝

1 はじめに

近年、ソフトウェアシステムの構築において最上流過程のシステム分析作業にオブジェクト指向分析の導入が盛んになってきている。この度筆者等は大規模な計算機システムの一つである電力系統監視制御システムの分析作業にオブジェクト指向分析を適用して、この手法が大規模システムの分析に対し有効に適用し得ることを確認したので報告する。

2 分析対象の特徴

今回、発電所から最終需要家で電力を送る設備である電力系統を監視制御するシステムのうち、特に高電圧での送電を行っている“基幹系統”と呼ばれる部分に着目して分析を行った。監視制御の対象となる基幹系統設備には、約30カ所の発電所と約60カ所の変電所、および延長5,500kmを超える送電線が含まれる。

電力系統は極論すれば一つの大きな電気回路であり局所で発生する現象が直ちに全系統に伝搬するという特性を有する。従って理論上は、電力系統監視制御システムは分散形態よりも集中形態の方が有利であるが、監視制御対象となる系統設備の膨大さ故、完全な集中形態による監視制御を実現しようとする、きわめて高速、大容量の情報通信/処理が必要になり、そのようなシステムを構築することは不可能に近い。また1カ所で全ての業務を実施することは系統運用の信頼性確保という観点からも現実的でない。

このため電力系統の運用は従来から、主として送電線路の電圧階級に沿って監視制御業務を階層的に分担する形態がとられてきた。東京電力の場合では3段階の階層中に100カ所に及ぶ事業所が設けられており、これらの事業所毎に設置された計算機群が系統監視制御業務を分担して処理している。しかし近年の系統規模の拡大とそれによる運用業務の増大に伴って、監視制御システムに対する機能/性能の増強への要請も厳しくなっている。これに応えるため、システムを構成する計算機群はますます大規模な分散化が指向されていくと考えられる。

このような状況下で今後の監視制御システム構成の発展を考えて行く際に、どのような方向性をとれば良いか、的確にして理解しやすい指針を得ておくことは非常に重要である。

そこで電力系統の情動的側面並びにその運用業務を再度分析することにより集中指向/分散指向形態の最適な在り方の指針構築を試みることにした。

3 オブジェクト指向分析導入の背景

本検討の前段階として、まず Yourdon/DeMarco 流の構造化分析手法にて電力系統運用業務の分析を行った。この結果、各業務におけるデータフローやデータ変換の実体について明らかにすることは出来た。しかし筆者等は次の理由でこの結果に不足を感じた。

* Trial application of Object-Oriented Analysis to the restructuring of the EMS/SCADA System
 by Youji HANAWA¹, Takao OMATA¹, Mitsukazu KAMIO¹, Tomomichi SEKI¹, Hadime WATANABE² and Shin'ichi HON'IDEN²
¹Tokyo Electric Power Co., ²TOSHIBA Corp.

- データフローとデータの蓄積/変換点との記述結果から、分散化に必要な分割可能点を見いだすことが必ずしも容易でない。
- 分析対象には、監視制御対象としての電力系統のモデルも含まれてくるが、このとき実際の系統設備(例えば発電所や送電線など)と、その情報モデルとの対応関係が単純でないで、どこまでが計算機上のソフトとして実現され、どこからが系統設備を表現しているのかが分かりづらい。
- 分析モデルとしての表現が直観的に分かりにくい。ソフトウェアを専門としない(しかし系統運用の専門家である)人達に分析の意図を伝える道具としては十分分かりやすいことが望ましい。ところで一部の業務についてオブジェクト指向に基づくプロトタイプを作成した結果、少なくともある種の電力系統運用業務にはオブジェクト指向と親和性の良いものがあることが分かっている[1]。この経験から、これらの不足点を解決するためにはオブジェクト指向分析の適用により解決できることが期待された。

もう一つ別の観点からの動機として次のようなものがある。分析対象となるシステムの規模が大きくなるほど新しい技法による作業の効率化への要請が大きくなる。従って、“その技法がどの位の大規模システム記述に適用し得るか”ということは大きな関心事になる。この点について電力系統監視制御システムの分析は格好のテストケースになり得る。

以上の理由によりオブジェクト指向分析を試行することとした。

4 分析の実際

4.1 分析対象の選定

今回の分析に当たって、まず現行の系統運用で実際に実施されている業務、および近い将来実施されるであろう業務の中から現行の系統運用体制で慣用的に用いられている区分に従って14種類の業務をとりだした。これら14種類の業務をシステム分析の立場から俯瞰すると、例えばある業務は情報処理のみしか含まず、ある業務は情報通信しか含まず、またある業務はどちらも含むといったように、必ずしも同質とはいえない部分があった。そこでこれらを見直して7種類の業務にまとめなおし、これを最終的にオブジェクト分析の対象とした。この対象業務は、将来実施予定業務まで含んでいるので、現行システムよりさらに大きい規模を分析することになり、オブジェクト指向分析の適用可能性試行により厳しい条件を与えることになった。

4.2 各業務毎の分析作業の実施

上で列挙した7つの業務それぞれについて Shlaer/Mellor の方法に基づきオブジェクト指向分析を実施した。すなわち、オブジェクト候補の抽出、情報モデルの構築、各オブジェクトのインスタンスのライフサイクル分析、オブジェクト通信モデルの構築、の各ステップの実施である。これらの各ステップでの手順詳細については参考文献 [2],[3]を参照されたい。

本来はこの後に、状態モデルのとりうる状態毎にプロセスモデルを構築するステップがくるが、今回の検討における興味の主眼が分散形態のあり方の指針構築にあり、この目的のためには通信

モデルの構築までで十分であることと、先に述べた未実施業務の中に、一部想定部分を含んでいるためプロセスモデルの構築が困難なものがあることにより、これは省略した。

4.3 分析作業実施の経過と、その結果

今回の分析では、8人が直接の作業に携わった。一通りの分析作業にかかった期間は約6ヶ月で、その内訳は以下の通りである。

- 手法の学習とパイロットケースの分析に約2ヶ月: ここで、オブジェクト指向分析手法を分析担当者が学習し、さらに分析対象業務の中からパイロットケースを抽出して分析作業の演習を実施した。
- 7つの業務毎に分担しての分析作業に約2ヶ月: 上記で分析対象とした各業務毎に担当者1人が分析作業を実施した。
- 業務毎分析結果のとりまとめと、次項で述べる論理事業所への機能展開に2ヶ月: 業務毎の分析はそれぞれ独立に実施したため、結果として得られたオブジェクト数には相互にかなりの重複がある。そこで7つの分析結果を横断して検討し、分析結果のうち相互に重複した部分をまとめて、統合分析結果を作成した。併せて論理事業所への機能展開を実施したが、これについては次節で述べる。

また最終的な取りまとめ結果として得られたオブジェクトの数は45クラスであり、これらのクラスに属する全インスタンス数は現在の東京電力の基幹システム規模から算定すると約1,700個となる。

4.4 論理事業所への機能展開

オブジェクト指向分析による分析作業は上記までで終了したわけであるが、これに引き続き各オブジェクトのインスタンスをいくつかのグループに分け、オブジェクトの集積点を作ること考えた。これは分析結果に基づいて実際のインプリメント実施を仮定した場合に、各オブジェクトをどのように配置することができるか、分散システム実現の観点から、興味あるためである。

このようなオブジェクトの集積点には、物理的なシステム設備、あるいは計算機上の論理的な存在の、どちらかのインスタンスが置かれることになるため、筆者等はこれを“論理事業所”と呼んでいる。

論理事業所として集積させる上での判断の尺度は、オブジェクト通信モデルで得られたオブジェクト間通信パスのうちメッセージのトラフィックが大きくなると見積もられるオブジェクトを集積させることと、システム運用業務の内容から集積していることが合理的であるオブジェクトを集積させることを主としている。もちろん物理的なシステム設備オブジェクトのように、外的要因によりすでに集積が行われているものはこれを尊重するようにしている。

今回の検討では、もっとも分散度の低い(すなわち集中システムに近い)ものから、もっとも分散化を進めたものまで6ケースを作成した。

5 おわりに

以上、電力システム監視制御システム構成に対するオブジェクト指向分析適用の試行について述べた。

この結果、本手法には次の利点があることが確認された。

1. オブジェクト指向の考え方には基本的に分散処理の概念が含まれていることは広く知られている。すなわちオブジェクトのもつデータとメソッドとを一体で考え、オブジェクト間の相互作用はメッセージ交換のみで行われるものとするので分散システム構築に必要な、システムの分割可能点を見いだすことが容易になった。

2. 次に、系統設備として実体を持つものはそのまま素直にオブジェクトとして取り扱うことにより分析結果と分析対象との間の対応関係を分かりやすく表現することができた。

3. オブジェクトはもともと分析対象を抽象化したものであるから、この抽象化作業を適切に行う、すなわち分析対象の特徴を必要にして十分なだけ取り込んでモデル化することによりそのモデルは直観的に分かりやすいものにすることができた。

上記1,2から当初の分散化システムを指向した分析に対する親和性の期待をほぼ満足する事が出来たということができる。また2,3から分かりやすく見通しの良い分析結果を得ることが出来た。併せて、次の2点を達成することも出来た。

- データと機能とを一体化して考慮するため、データの望ましい分散配置の形態の判断支援をすることが出来た
- 検討上曖昧なままに保留されている事項があると、モデルやライフサイクルに“穴”が空くため、検討漏れや検討の粒度のばらつきを押さえることが出来た

またオブジェクト指向分析を電力システム監視システムの分析ツールとして試用した結果、分析に要した時間や手間からみて十分使用可能であると判断することが出来、このことから大規模システムへの適用可能性が検証できたと考えている。

一方課題点としては次のような事項が挙げられる。

分析作業を分担したメンバーはこれまで電力システム監視制御の設計に従事してきたが、オブジェクト指向は初めてであり、従って実際の分析作業に入ってから手法上の不明点の調査や、理解度不足によるやり直し等の試行錯誤を重ねざるを得なかった。特に従来のソフトウェア構築の考え方からオブジェクト指向の考え方への切り替えに混乱がみられた。

またオブジェクトの抽出では、既存の業務の持つ機能をオブジェクトとして捉え直す際のクラス付けに苦慮した。特に分析の初期に、まだクラスの抽象度が高い段階で適切でないクラス付けを行ってしまうと分析を進めてサブクラスの検討を行う段になって初めて上位クラスの設定に不具合があることが分かり、大きな作業の手戻りが発生してしまう。

これらの課題は本分析に限ったことではなく、オブジェクト指向分析一般にいわれていることである。前者については教育や経験で随時解決が望めるが、後者については、当面分析者の経験や勘に頼らざるを得ないと思われる。

今回の分析は結果としてシステムの中では抽象度の高い部分に限定したものになったが、それでもかなり見通しの良いシステム全体像のラフスケッチを得ることが出来た。電力システム監視制御システムのような大規模システムに対してその形態の再構成について議論する場合、早期に全体像を把握しておくことは重要なことである。オブジェクト指向分析はそのような場合に有効な手法として活用し得ることが確認できたと考えている。

参考文献

- [1] 藁科, 小島, 加藤, 渡辺, “基幹系統事故復旧エキスパートシステム”, 電学論 B, 108巻11号, 昭63
- [2] S. Shlaer, S. J. Mellor, “Object-Oriented Systems Analysis, Modeling the World in Data”, Prentice-Hall, 1988. (邦訳 “オブジェクト指向システム分析”, 本位田/山口訳, 啓学出版, 1990.)
- [3] S. Shlaer, S. J. Mellor, “Object Life Cycles, Modeling the World in States”, Prentice-Hall, 1992.