

組み込み機器向け移動エージェント(3) 電力系統保護制御への応用

4 Q - 5

— 整定エージェントと解析エージェントの試作 —

小泉善裕 前田猛 田中立二 関口勝彦

株式会社 東芝

1. まえがき

ネットワーク技術の急速な進歩により、ネットワーク内を自由に飛び回り人間の代行をする移動エージェントが注目を浴びている。そしてこの移動エージェントを実現する基盤として移動エージェントプラットフォームが提供されている¹⁾。我々は、電力系統保護制御システムに対し、移動エージェントを応用したエージェントシステムの試作を行った。本稿では試作システムの概要について述べる。

2. 移動エージェントの電力系統保護制御への応用

電力系統保護制御装置（組み込み機器）を対象とし、移動エージェントプラットフォーム上に応用システムを試作した。組み込み機器としては、32ビットRISC、数十MHz程度のクロック数、1~2Mバイト程度の使用可能メモリのものを想定する。応用システムの全体構成を図1に示す。

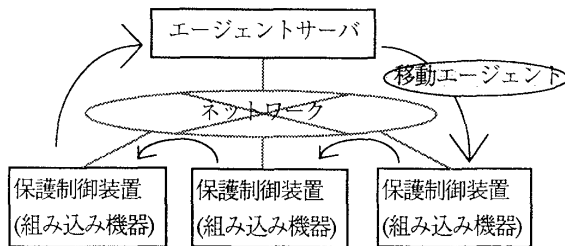


図1 電力系統応用エージェントシステム全体構成

移動エージェントはエージェントサーバに配置され、必要に応じてサーバから各装置へ移動しながら、保護制御装置の各種データの取得や設定などの電力系統業務を行うものである。各装置のエージェント関連システム構成を図2に示す。

各装置で動作しているJava仮想マシン上に移動エージェントプラットフォーム、並びに装置データインタフェースを備える。移動エージェントプラットフォームによりエージェントは移動し、移動先の各組み込み機器においては装置データインタフェースを介して保護制御装置の各種の値の設定や取得を行う。

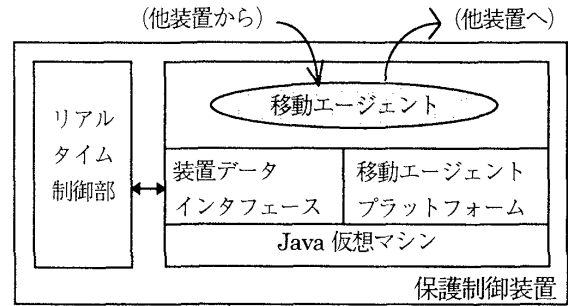


図2 保護制御装置エージェント関連構成

我々は、電力系統業務における以下の業務のエージェント化を検討した。

- ① 巡視エージェント（保護制御装置データの巡視）
- ② 整定エージェント（系統保護リレーの整定）
- ③ 解析エージェント（系統解析用データ収集）

今回、整定業務と解析業務のエージェント化について詳細に検討し、移動エージェントを用いた応用システムを試作したので以下紹介する。

3. 整定エージェント

保護リレーの動作値の変更や確認を行う整定業務を代行することを目的として整定エージェントを試作した。従来は、系統運用者が変電所などにある保護制御装置へ外向き、装置が持つ入出力インタフェース機能を用いて直接操作していた。整定エージェントでは、整定業務を分析した結果、以下の内容を整定手順書という形でエージェントに与えることにより実行する方式とした。

- ・ 移動順路
- ・ 整定内容
- ・ 移動失敗時の対処方法
- ・ 整定異常時の対処方法

整定手順書はエージェントへのスクリプトとして与えて、このスクリプトをエージェントが移動時に解釈実行することにより実現する。スクリプト例を図3に示す。

```

[移動順路]
装置A → 装置B → エージェントサーバ
[整定内容]
Set リレーX 10 at 装置A
[移動失敗]
GoTo エージェントサーバ at 装置A
[整定異常]
ReportTo エージェントサーバ at 装置A
    
```

図3 整定エージェントスクリプト例

A Mobile Agent Architecture for Embedded Systems: Part Three
 Application in Protection and Control Systems
 - Relay Setting Agent and Fault Analysis Agent Prototype Systems -
 Yoshihiro Koizumi, Takeshi Maeda, Tatsuji Tanaka, Katsuhiko Sekiguchi
 Toshiba Corporation

図3の例は、以下の手順をエージェントに与えている。

- ①装置A、装置B、エージェントサーバ、の順に移動する。
- ②装置Aでは、リレーXの値を10に設定する。
- ③装置Aでネットワークなどの理由により移動失敗した場合はエージェントサーバへ移動する。
- ④装置Aでの整定で異常があった場合はエージェントサーバへ報告する。

整定エージェントはこのスクリプトを解釈することで装置間を移動し、各移動先でリレーの整定を行う。整定結果は各エージェントに持たせることにより、サーバに戻って結果報告する。

エージェント移動は、移動エージェントプラットフォームを用いた。また装置データの取得や設定は、各装置上に設けられた装置データインタフェースを介してリアルタイム制御部へアクセスする。これら移動エージェントプラットフォーム、装置データインタフェースを用いることにより、効率よく確実に整定を行うことが可能となる。

4. 解析エージェント

従来、電力系統事故が発生して各所に設置された保護リレーが動作した場合、系統運用者はリレーが正常に動作したか否かを確認するために、その場所まで出向き動作内容を確認していた。このような確認作業において、事故解析に必要なデータをもれなく効率よく収集するのが解析エージェントである。全体構成を図4に示す。

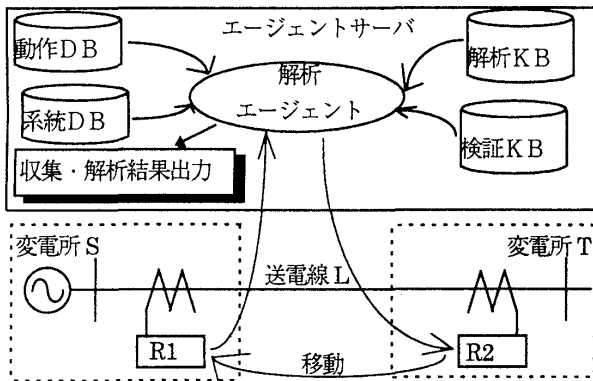


図4 解析エージェント全体構成

動作DB（データベース）に登録される系統事故発生時の装置動作情報に基づき解析エージェントは開始する。

22:50.42	変電所S	送電線L	保護装置R1	動作
22:50.42	変電所T	送電線L	保護装置R2	動作
22:50.42	変電所S	送電線L	しゃ断器	切
22:50.42	変電所T	送電線L	しゃ断器	切

図5 装置動作情報（動作DB内容）例

図5に示す動作情報の例では、R1、R2の保護装置が動作していることから、送電線Lを推定事故回線として、

以下に示す系統DB、及び解析KB（知識ベース）を参照して、移動先、移動順序、収集内容をプランニングする。

- ①系統DBは、図4の系統構成でいえば、「送電線Lの両端が保護制御装置R1、R2で保護されている」や、「変電所SにR1はある」などの系統構成を表現したものである。
- ②解析KBは、移動順序などを決定する知識ベースであり、以下のルールを含んでいる。
 - ・装置データインタフェースを介して、リレーの「動作内容」を収集する。
 - ・リレー動作装置に対しては必ず移動収集する。
 - ・系統DBを参照し、対向している装置は装置が動作しているか否かにかかわらず必ず移動収集する。
 - ・同一変電所内の装置はまとめて移動収集する。

解析エージェントが移動収集後エージェントサーバへ戻ってきた後、収集した装置動作情報などを報告すると同時に、以下の検証KBを用いて収集情報を解析する。

- ③例えば、実際に装置の動作内容を取得した結果、本来動作すべき主保護装置でなく後備保護（バックアップ用保護装置）が動作している時は、誤不動作（動作すべき場合に動作しない）の可能性がある。このような場合、以下の検証KBのルールを適用し、詳細データ収集のための再プランニングを行う。
 - ・しゃ断器動作と装置動作が一致していなければリレー整定値を含む詳細データ収集する。
 - ・主保護が動作していなければ詳細データ収集する。

これらの移動順序の立案、並びに収集情報からの検証では、μPlangent[®]のプランニング知識表現を用いている。このようなデータ収集後の判定機能により、もれない効率よいデータ収集を可能としている。

5. あとがき

当社開発の移動エージェントプラットフォームを利用して試作した電力系統保護制御を行う整定エージェント、及び解析エージェントについて述べた。各エージェントはJavaを用いて実現し、保護制御装置間を移動しながら、保護リレーの整定や、系統事故時の解析データを効率的に収集可能とするものである。

参考文献

- 1) 長、入江、大須賀、関口、本位田：組み込み機器向け移動エージェント(1) μPlangent, 知的処理の実現、情報処理学会第58回全国大会、(1999)
 - 2) 大村、武脇、関口：組み込み機器向け移動エージェント(2) 移動エージェントプラットフォーム、情報処理学会第58回全国大会、(1999)
- Javaは米国Sun Microsystems社の商標。