

風力・太陽光ハイブリッド発電システムの 遠隔監視・分散制御への LonWorks の適用

糸数 農 大川 康治 玉城 史朗 翁長 健治
琉球大学理工学研究科情報工学専攻

概要

本研究は、風力・太陽光ハイブリッド発電システムの機器群を LonWorks に適応することで発電システムのメンテナンスを容易にし、既存の通信システムを利用することで、遠隔地の発電システムを安価に監視・制御する手法を述べる。また、この手法を採用することで、各機器をソフトウェアオブジェクトとして取り扱うことができ、モバイルエージェントを用いて、システム効率の良い自律運転を実現する足掛りとなるものである。

Application of LonWorks for a supervisory remote measurement and distributed control system for hybrid power generation system

Minori ITOKAZU Yasuharu OHKAWA Shirou TAMAKI Kenji ONAGA
Specialty of Information Engineering, University of the Ryukyus

Abstract

A supervisory remote measurement and control system is indispensable for contributing the natural energy utilization built on remote locations. In this paper, we designed a hybrid power generation plant with LonWorks and OpenPLANET, which enable remote measuring control the system through networks. Furthermore, an automatically data processing and distributed control operation programs using Java and mobile agent is now developed.

1 はじめに

近年、人間の活動による二酸化炭素の排出によって地球の温暖化、酸性雨等の環境汚染は重要な問題となっており、その緩和策としてクリーンで枯渇することのない自然エネルギー注目されている。本研究室では自然エネルギーを有効利用するための技術開発をおこなっている。その一環として、風

力・太陽光ハイブリッド発電システムの設置、および有効運転のための自然エネルギー解析などをおこなっている。

従来の集中制御方式では、新たに機器を増設したとき、システムの停止や制御ソフトウェアの書き換えなどが必要となる。また、電力供給のしにくい離島においてのハイブリッド発電システムの運用において、現地へ管理者を常時待機させる方

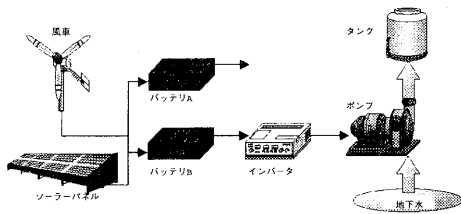


図 1: ハイブリッド発電システムの概要図

法は、生活環境・人件費などを考慮した場合適切ではない。

本研究の目的は、上記の改善策として機器やシステムの維持・変更を容易にし、さらに、既存の通信システムを利用した発電システムの運転状況の監視、および遠隔制御をできるだけ安価に行えるようなシステムの構築をめざすことである。また、そのシステムが効率のよい自律運転を実現することである。

2 ハイブリッド発電システム

ハイブリッド発電システムは、沖縄本島中部の太平洋沖にある津堅島に設置されており、風力および太陽光発電システムに揚水系を組み合わせたものとなっている。図 1 にその構成図を示す。

ハイブリッド発電システムの各機器はまだそれほど安定動作しているわけではなく、システム構成の変更や、機器の交換・増設が頻繁である。従来の集中制御管理方式でシステムを組むと、更新のたびにシステムを停止させたり、システムの書き換えが必要となる。

3 LonWorks

ハイブリッド発電システムの各機器はまだそれほど安定動作しているわけではなく、システム構成の変更や、機器の交換・増設が頻繁である。従来の集中制御管理方式でシステムを組むと、更新のたびにシステムを停止させたり、システムの書き換えが必要となる。

ビルメンテナンスで普及している LonWorks[1][2] は、従来の集中管理方式に代

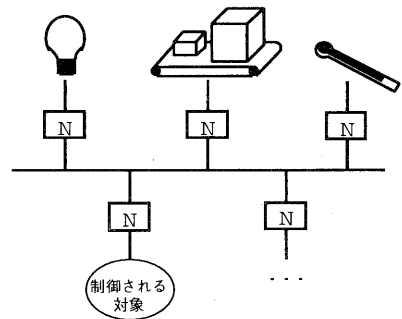


図 2: LonWorks の概要

わる新しい管理方式として注目されている。これは機器自体が他の機器と通信することで従来の集中管理方式の欠点を補うものである。

3.1 ノード

LonWorks は機器にニューロンチップ [7] とよばれるマイコンチップを取り付け、機器にインテリジェンスをもたせる技術である。Lon ネットワークを介してニューロンチップ同士が通信しあい、機器の協調動作を実現している。図 2 は LonWorks の概要図である。

LonWorks ではニューロンチップを取り付けた機器をノードとよび、ノードはそれぞれネットワーク上の他のノードの状態を監視している。機器の種類を考慮したプログラムをニューロンチップにプログラムし、Lon ネットワークに追加する。新たにノードを追加する、または撤去するとき他の機器を停止する必要はなく、また、そのために新たにシステムを書き換える必要はない。

4 ノードの設計

ノードを作成するには LonWorks 専用の言語である NeuronC 言語で記述する必要がある。本稿ではハイブリッド発電システムを監視・制御することを念頭において、ハイブリッド発電システムの根幹をなす風力発電機、風車電磁ブレーキ、バッテリー、ソーラーパネル、ポンプの各ノード設計について述べる。

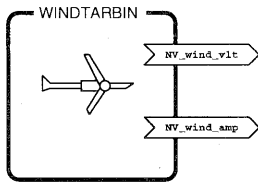


図 3: 風車ノード (WINDTARBIN) 概要図

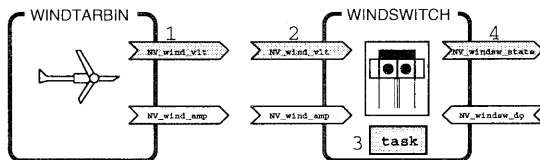


図 4: WINDTARBIN と WINDSWITCH の関係

4.1 風力発電機ノード

図 3 は風力発電機に取り付けるノードの概要図である。矢印で囲まれた変数名がネットワーク変数 [3] である。ノードから外側を向いていれば、そのノードから発信する情報を表し、内側を向いていればそのノードが受信する情報を表す。風車ノードにはネットワーク変数として NV_wind_vlt (風力発電機の電圧) と NV_wind_amp (風力発電機の電流) がそれぞれ定義してある。このノードに電源を入れるかまたはリセットと同時に、AD コンバータからデータを取得し、これら変数に入れ LonWorks ネットワークへ随時出力する。サンプリングタイムなどは後に調整可能である。

4.2 LonWorks におけるノードの関係

LonWorks で作成されたノードは LonTalk とよばれるプロトコルを介して、LonWorks ネットワーク上でノード同士が通信することができる。ネットワークから制御されることを意識して作成した風車電磁ブレーキノード (WINDSWITCH) は風車ノード (WINDTARBIN) のネットワーク変数を参照し、定義された仕事 (task) を行う。図 4 に WINDTARBIN と WINDSWITCH が関係する様子を示す。図中の番号は関係動作する順序であり、各動作を以下に示す。

1. WINDTARBIN から NV_wind_vlt または NV_wind_amp が異常増大したことを LonWorks ネットワークへ発信する。
2. WINDSWITCH が異常を受信する。
3. ニューロンチップの I/O ポートから電磁ブレーキ機構へ稼働信号を流す (task)。
4. NV_windsw_state に WINDSWITCH が OFF であることを載せて LonWorks ネットワークへ送信する。

また、WINDSWITCH には意図的に電磁ブレーキスイッチを ON/OFF したいとき、LonWorks ネットワークから NV_windsw_do をプルアップし、task を行う機能も持たせてある。

5 OpenPLANET

四国総研が開発した OpenPLANET 技術 [4] は、LonWorks を土台にし、Java を用いてインターネットと結びつけたものである。インターネットに接続することで遠距離という物理的障害を無くし、LonWorks で作成された計測機器やスイッチなどの操作対象を仮想的に情報端末上に作り出す技術である。図 5 は OpenPLANET の概要図である。個々の機器は Web ブラウザ上で Java applet を用いて Virtual Machine (VM) として表現され、機器と同じ情報をリアルタイムで共有することでノードの状態を把握できる。VM は LonTalk プロトコルを理解できるので VM からノードへ直接働きかけて、ノードの操作が行える。また、この技術には以下の利点がある。

- LonWorks の特徴をすべて受け継ぐことにより、機器の追加、または撤去時にシステムの停止をすることがない。
- 操作対象を純粋にソフトウェアオブジェクトとして扱うことができる。
- Web から管理できる。

ノードの Web インタフェースはノードの種類、性格を考慮して作成する。さらに、インターネットへ接続していれば、追加した機器の Web インタフェースは自動的にダウンロードされ、また、ニューロンチップへの動作プログラムも自動的に組み込ま

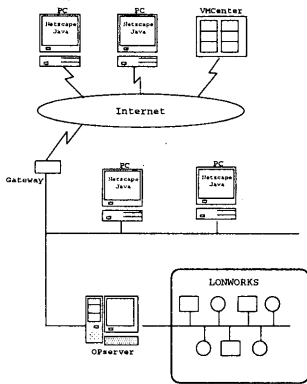


図 5: OpenPLANET 概要図

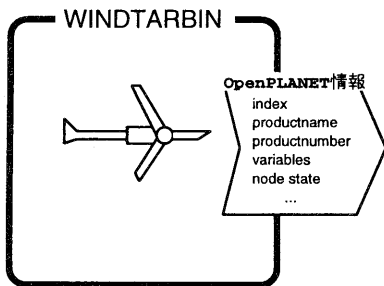


図 6: OpenPLANET サーバへ情報を発信

れる。つまり、接続すればすぐ使えるという利便性が最大の特徴である。

5.1 OpenPLANET ノード

LonWorks で作成した WINDTARBIN や WINDSWITCH ノードには、OpenPLANET に融合するために OpenPLANET 機器開発ガイドラインに即した冗長なネットワーク変数が定義してある。OpenPLANET サーバ側基底 VM が利用するためのネットワーク変数には index ナンバーや、製品名、製品 ID などが記されている。また、ノード固有のネットワーク変数を定義することで、それをクライアント側 VM から参照し複雑な動作が可能になる。図 6 はノードが OpenPLANET 情報を発信する概要を風車ノード (WINDTARBIN) で示した例である。

6 自律運転

ハイブリッド発電システムは、風車、ソーラパネル、ポンプ、バッテリーなどの様々な機器の組み合わせで構成されていることは前に述べた。各機器を Lon ノードと考え、Nucon チップをこれらの機器に組み込み、VM と関係させることで、これらの機器が OpenPLANET サーバに接続されていれば、Web ブラウザ等によって機器の遠隔地監視が可能になる。これによって、自然災害などによるシステムの異常運転は現地にいなくても観測でき、対処することも可能となる。

一般に、発電システムの自律運転を行う場合、強風時の風車停止やバッテリーの過充電、過放電時の各発電機器の停止、タンク満水時のポンプの稼働停止などの自動制御 (automatic control) が考えられる。このようなシステムは、発電システム内の全ての機器を Lon ノードとして構築し、協調動作する VM を作成することで理想的な自律運転分散制御システムとなる。

6.1 自律運転システムの制御目的

現在、このハイブリッド発電システムに求められている制御は、高エネルギー発生時における発電システムの保護と、得られたエネルギーを最大限に活用する効率的な運転制御という二通りに大別できる。

1. システム保護

システム保護を目的とした制御には、過電力発電から配線ケーブル損傷を防ぐ電気系統保護、風車の過回転による風車ブレード破損を防ぐ風車保護、低電圧時モーターの空回りを防ぐポンプ保護、過充電及び過放電の防ぐバッテリー保護の 4 つが挙げられる。

2. 高効率運転

高効率運転の目的は発電量に応じた最適な負荷容量の選択があげられる。システムの発電を監視し、その発生電力により低容量ポンプ、中容量ポンプ、高容量ポンプの切り替え運転を行う。

システム保護は即時性が要求されることと、機器の稼働・非稼働という単純な ON・OFF だけであるため、あらかじめ予想できる事態をニューロンチップに組み込むことで解決できる。高効率運

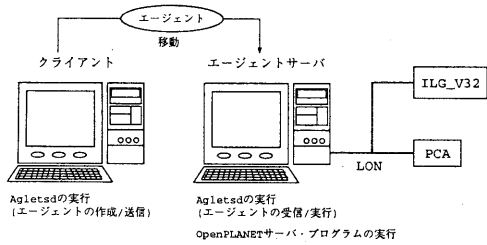


図 7: エージェントの動作環境

転は季節や天候、試験値の変更など複雑なため、OpenPLANET でノードをソフトウェアオブジェクトとして扱うことが適当である。

6.2 エージェントによる自動制御

OpenPLANET でソフトウェアオブジェクト化したノードは複雑な条件設定下での協調動作をとらせたい。これは、Aglets[5]などのモバイル・エージェントにより、自律制御プログラムがネットワークを移動することで実現できる。

Aglets は、プログラムがコンピュータ間を自律的に移動しながら、互いに独立に定義された他のモバイル・オブジェクトや移動先のコンピュータに駐在するオブジェクトとメッセージを交換することにより、連携して仕事をすることができるので自動制御に最適である。

本研究では、自律運転システムにおける自律運転のプログラムを Aglets を使用して作成した。動作確認は電圧測定ノードである InterLOGGER_V32、電源スイッチノードである PCA(Power Control Adapter) の 2 つのノードを用いて行った。

図 7 に自律運転のプログラムのモバイルエージェントによる動作確認の環境を示す。エージェントの作成・送信を行うマシンをクライアント、エージェントの受信・実行を行うマシンをエージェントサーバ、エージェント作成・配送・実行を行うプログラムを Agletsd と表記している。

図 8 は 3 つのエージェントによる制御を示す。まず、MessagingAgent を作成し、クライアントから VM に向けて PcaAgent・Ilg_v32Agent を発行する。Ilg_v32Agent は InterLOGGER_V32 の VM から電圧状況を受け取り、PcaAgent に電源の ON/OFF を行うよう message を送る。PcaAgent はその message を受け取り、PCA 電源の VM に ON/OFF の

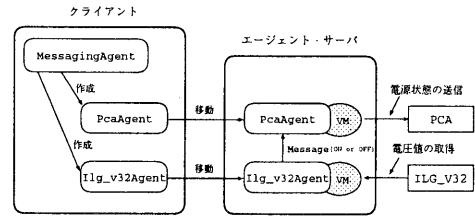


図 8: エージェントによる制御

実行を指示する。

7 まとめ

本研究では遠隔地に設置された風力・太陽光ハイブリッド発電システムのインターネット遠隔計測・制御を行うことを目的とし、LonWorks・OpenPLANET 技術に基づきノードプログラムと分散制御モデルを作成した。この手法は操作対象を完全なソフトウェアオブジェクトとして扱えるという利点を有するため、より柔軟なシステム構築を可能にすることができる。

今後はこのノードプログラムを実際に搭載したノードと VM の開発、ハイブリッド発電システムに最適な自律運転モデル模索・シミュレートしたい。

参考文献

- [1] 高井正美, 設備と管理, LonWorks で実現するビルのオープン制御管理システム, 1998 年 7 月号
- [2] LonWorks Engineering Bulletins, Echelon Corporation, Inc., 1995.
- [3] Neuron C Reference Guide Revision 2, Echelon Corporation, Inc., 1995.
- [4] Yoshikazu Nakanishi. Development of seamless connection technology between information networks and control networks using Java language, Shikok Research Institute Inc., 1996.
- [5] IBM Aglets Software Development Kit White Paper, 日本 IBM 東京基礎研究所
- [6] 田中工学図書株式会社 (1995) 自動制御読本
- [7] LonWorks Engineering Bulletins, Echelon Corporation
- [8] 弘仲滋: トランジスタ技術, 分散制御ネットワーク-LonWorks の技術