

計測自動制御学会 東北支部 第284回研究集会 (2013年11月8日)

資料番号284-12

センサーネットワークを活用したスマートグリッドのための 自動分析

Automate Analytics with Sensor Network for Smart Grid

○山崎治郎, 伊藤悠哉, 福原英之, 林 隆史

○Jiro Yamazaki, Yuya Ito, Hideyuki Fukuhara, Takafumi Hayashi

公立大学法人 会津大学コンピュータ理工学部
The University of Aizu, Computer Science

キーワード(Keywords) : センサーネットワーク(Sensor Network)、
スマートグリッド(Smart Grid)、メッセージングネットワーク(Messaging Network)、
CEP(Complex Event Processing)、リアルタイム分析(Real-time Analytics)

連絡先 : 〒965-8580 福島県会津若松市一箕町鶴賀
公立大学法人 会津大学 先端情報科学研究センター 山崎治郎
Phone : 0242-37-2770 Fax : 0242-37-2778
e-mail : jiro-ya@u-aizu.ac.jp

あらまし

スマートグリッドにおける情報基盤には、スマートメータ、パワーコンディショナーなどの様々な機器から生じる大量のセンサー情報やネットワーク情報を取り扱うことが求められる。先の論文で我々は、これらの大量のデータを取り扱う際に生じる様々な課題を議論するとともに、その解決方法としてメッセージング・ネットワークによる「情報流通基盤」を提案し、その実現性についても議論した。本論文では、この情報流通基盤の拡張機能として「リアルタイム分析」のための基盤構築の実証において成果が得られたので報告する。

1. はじめに (研究の背景、前提、課題)

スマートグリッドは、電力の送配電網の制御技術と、情報処理技術を組み合わせることによって新たな価値を創造するものである。我々は、これまでスマートグリッドに含まれる、HEMS、BEMS などのローカルエネルギーマネージメントシステム、マイクログリ

ッド、再生可能エネルギーの導入時の需給制御・監視などに使用する情報処理技術における様々な課題を議論し、またその解決策について提案してきた。特に様々な用途に共通して利用することが必要なセンサーネットワークにかかわる部分だけでも以下に示すとお

り様々な課題が存在する。

- ・ 様々なデータ形式が存在する
- ・ 複数の業者が作成した機器やシステムが混在している
- ・ 大量のリアルタイムデータが生成される
- ・ センサー機器は処理能力を持たない
- ・ 様々な理由によりエラーが生じる
 - 物理的な環境の問題
 - 設計や実装の問題
 - データ処理中に発生する問題

これらの課題は **Network-Centric** の手法に基づくメッセージング・ネットワークを活用することでその解決が可能であることを実証してきた。このように、センサーネットワークによって計測したデータの取扱いに関わる課題が解決できた後に顕在化するのは、そのデータの処理方法である。多種多様な大量のデータであっても、一度蓄積した後に、多角的な分析を試みる方法は様々であるが、スマートグリッドにでは、連続的に生成される複数のセンサーデータを基にした逐次判断する仕組みが求められる。また、逐次判断するための何らかのしきい値も長年の蓄積データの分析をものにしながら、直近の傾向を盛り込むような仕組みも必要である。つまり、以下のような2つの要件を同時に満たすことが必要と考えられる。

- ・ 複数のセンサーデータを複合的にかつリアルタイムで判断することが必要
- ・ 判断基準も、過去の蓄積データと直近のデータとを反映させて、リアルタイムに更新してゆくことが必要

本論文では、このようなリアルタイム分析に必要な要件を提供する基盤技術について、メッセージング・ネットワークと組み合わせることで実証した結果に就いて報告する。

1. 提案手法と研究成果

我々が考える、スマートグリッドのための情報基盤は、センサーデータや、分析結果を広報するために広く使用することが出来る情

報流通基盤と、全体最適のために、データ分析処理を基盤化したデータ処理基盤が、主なコンポーネントである。情報流通基盤については先の発表で述べており、本論文ではデータ処理基盤について論じる。

本研究では、リアルタイムデータ処理のエンジンとしては **Complex Event Processing** (以下 **CEP** と略す) エンジンを使用した。**CEP** は入力情報を、非同期に発生する「イベント」と考え、複数のイベントを複合処理するためのエンジンである。**CEP** はリアルタイムの判断処理を主目的としているため、数分間の過去データを蓄積して判断することは可能であるが、月や年単位の過去データをもとに判断することは困難である。一方、蓄積型のデータ処理は様々な分析手法やシステムが開発されており、それらを単純に基盤化することは困難である。

以上の背景から、本研究では **CEP** として **WSO2** (wso2.com) を使用し、蓄積型のデータ分析エンジンはブラックボックス化した「サービス」としてモデルを構築した。(図1)

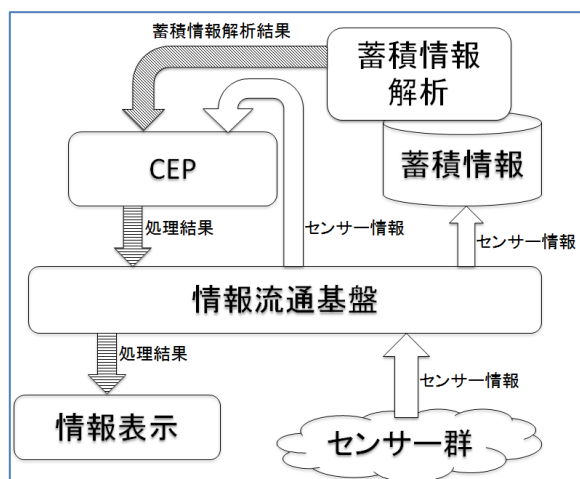


図1. 提案システム概念図

センサー機器で生成されたデータは、情報流通基盤を通して、**CEP** エンジンに入力するとともに同じデータは、蓄積用のデータベースにも保存される。蓄積型データ分析サービスは定期的に稼働し、一定のアルゴリズムで

導き出された参照データを生成し、これも「イベント」として CEP エンジンに入力する。

このように、最新のセンサーデータの値を評価するために、直近の傾向を取り込んだ蓄積データの分析結果を使用することが可能となった。

また、CEP エンジンで評価した結果は、「メッセージ」として生成され、情報流通基盤を使って、結果情報を必要とするサービスにとどけられる。

なお、CEP はデータ処理エンジンの他に外部と情報（イベント）をやり取りするためのインターフェースである「ブローカー」からなるが、ブローカーには必ずしも標準が存在する訳ではない。CSV 等のファイル渡しのインターフェースは、汎用性が高いが、リアルタイム性に劣っている。本研究では、このブローカーについても、メッセージング・ネットワークのネイティブ API を使用した開発を実施したことにより、スマートグリッドに求められる、低遅延のシステムを構築することが出来た。

本研究によって構築したシステムの動作を確認するために、以下のようなシナリオを実現するアルゴリズムを実装した。なお、本シナリオは、データ処理基盤の基本動作の確認に焦点を当てているため極めて単純なアルゴリズムを採用している。

- ・ 入力データは二酸化炭素濃度測定センサーの値を使用する。
- ・ センサーデータは、おおむね 10 秒毎に測定値を出力する
- ・ センサーデータは、情報流通基盤を通じて、CEP にイベントとして入力すると同時にデータベースに格納する
- ・ データベースに格納された二酸化炭素濃度の値の平均値を算出するサービスを 60 秒毎に起動する。
- ・ 平均値は情報流通基盤を通じて、CEP にイベントとして入力する。
- ・ CEP は、センサーデータをトリガーと

して、実測値と平均値の差分を計算する。なお、平均値は新たな値が入力されるまでの間、直前の平均値を使用する。

- ・ 計算結果は、情報流通基盤を通過してクライアントシステムにて受信し、グラフ表示する

ここで、外部サービスで平均値を算出する「アルゴリズム」と平均値と実測値の差分を算出する「アルゴリズム」を任意のアルゴリズムに代えることで様々なリアルタイム分析が可能である。また、入力イベントの数量には論理的な制限はないので、複合情報の解析を実施することも可能である。

3. 結論

本研究によって、情報の入出力インターフェースを情報流通基盤に集約することで、様々なセンサーデータを取り扱うことが出来るリアルタイムデータ処理基盤の動作を実証することが出来た。

本データ処理基盤には、基本的な機能が提供されるため、この基盤を利用することでデータ解析のアルゴリズムに焦点を当てて迅速にシステムを構築することが可能である。また、本基盤は拡張性のあるアーキテクチャを採用しているため、大量データ解析にも利用することが論理的には可能である。

今後は、以下の点について、追加の研究開発を進めてゆく予定である。

- ・ 大量データ解析時の性能測定
- ・ アルゴリズム実装のための簡易なインターフェース

また、動作シナリオとアルゴリズムも、より実用システムに近づけた形態での実証も予定している。

参考文献

1)山崎治郎、陳 健、吉野大志、高橋友一、丹野嘉信、阿部泰裕、戸倉 一、 福原英之、佐分利 徹、藤田龍太郎、林 隆史：” メッセージングネットワークのスマートグリッド

への応用に向けて” 信学技報 vol. 112, no. 430, IA2012-72, pp. 7-11、2013

2)Takafumi Hayashi,
Hideyuki Fukuhara,Yasuhiro Abe,
Masayuki Hisada, Jiro Yamazaki,
Hajime Tokura, Daishi Yoshino, Jian Chen,
Yuichi Takahashi, Yoshinobu Tanno,
Tetsu Saburi,Ryutaro Fujita,
Toshiaki Miyazaki, and Jiro Iwase
: "A Network-Centric Approach to
Sensor-Network for Smart Grid"
SICE Annual Conference 2013
p28-33,2013

3)山崎治郎, 吉野大士, 阿部泰裕,
戸倉 一, 福原 英之, 佐分利 徹,
藤田 龍太郎 林 隆史 :
”持続循環型社会を実現するエネルギー関連
事業の情報基盤の提案” 2013 社会情報学会
学会大会研究発表論文集 p7-10,2013

4)David Luckham "Event Processing for
Business",John Wiley&Sons, Inc,2012

5) Martin Fowler,David Rice,Matthew
Foemmel,Edward,Hieatt, Robert
Mee,Randy Stafford,” "Patterns of
Enterprise Applicatio
Architecture",Addison-Wesley,Boston,
2003

6) 横山明彦,合田忠弘,林泰弘,浅野浩志,坂東
茂,今井伸一,林茂樹,木槻純一,新井正伸,山田
竜也,姉川尚史,弥栄邦俊 “ スマートグリッ
ドの構成技術と標準化” ,財団法人日本規格
協会,東京,2010

7) 加藤敏春, “ スマートグリッド革命-エネ
ルギーWEB の時代” NTT 出版,東京,2010

8) 次世代エネルギーシステムに係る国際標
準化に関する研究会“次世代エネルギーシス
テムに係る国際標準化に向けて” ,経済産業
省,東京,2010