

Development of a System for Power Theft Detection Using Smart Meters

Sugiura, K.; Muso, T.; Tsuru, K.; Nikovski, D.; Esenther, A.; Sun, H.

TR2013-014 March 2013

Abstract

We propose a method and system for detection of power theft based on a procedure for estimating technical losses in distribution networks from information about power demand from households and power supply from distribution transformers. This system makes it possible to detect power theft that has been impossible to detect so far. The effectiveness of this system will be verified on real power consumption data.

National Convention of the Information Processing Society of Japan

This work may not be copied or reproduced in whole or in part for any commercial purpose. Permission to copy in whole or in part without payment of fee is granted for nonprofit educational and research purposes provided that all such whole or partial copies include the following: a notice that such copying is by permission of Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc.; an acknowledgment of the authors and individual contributions to the work; and all applicable portions of the copyright notice. Copying, reproduction, or republishing for any other purpose shall require a license with payment of fee to Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc. All rights reserved.

スマートメータを用いた盗電検知システムの開発

杉浦 啓介[†] 武曾 徹[†] 鶴 薫[†] Alan Esenther^{††} Daniel Nikovski^{††} 矢ヶ部 弾^{†††} 上田 崇人^{†††}

三菱電機株式会社[†] Mitsubishi Electric Research Laboratories^{††}

三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社^{†††}

1. はじめに

近年、電力会社との正規の契約なしに電力を消費する盗電行為が問題となっている。特に、東南アジアなどの海外における盗電は件数・規模が大きく、電力会社の収入減損だけでなく経済的成長の阻害や予期しない電力負荷による停電の発生など、社会問題となっている[1]。

盗電を防止するため、各家庭にスマートメータを導入する試みが電力会社によって行われている。しかし、単にスマートメータを導入するだけでは、電力メータを迂回するように電線を接続して行う直接盗電を防ぐことができず、十分な効果が得られていなかった。

本研究では、上記の問題を解決するため、各家庭および変圧器における消費電力量情報を利用して、盗電による電力ロスの発生を検知する盗電検知システムを開発した。本稿では、開発したシステムについて、その詳細と動作を報告する。

2. 従来技術と課題

2.1. 盗電の方法と対策

盗電は、以下の方法により行われる[2]。

- ① 電力量計に対する細工
異物や磁石を用いて電力量計の円盤の回転を妨害し、計測値の低下を起こす。
- ② 計測員の買収
計測員に贈賄し、消費電力量を低く報告させる。
- ③ 直接盗電
給電線に自前の電線を接続し、盗電を行う。

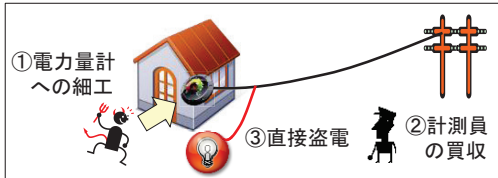


図 1 盗電の手法

上記方法のうち、①と②については、スマートメータの設置によりそれぞれ防止が可能である。スマートメータとは、通信機能を持った電子式の電力量計である。スマートメータは、従来の誘導形電力量計と異なり、計測に円盤を用いず、電子式の測定を行うため、機器に対する不正行為を行うことが難しい。また、通信機能を備え、計測データを電力会社のデータ収集サーバへ送信することが可能であり、計測員によるデータ計測の必要がないため、計測員の買収も防ぐことが可能である。

2.2. 課題：直接盗電の防止/検知

③の直接盗電は、メータを迂回して自前の給電線を設置して行う盗電であり、メータそのものには影響を与えないため、スマートメータのみでは防止/検知することが不可能である。直接盗電の発生の有無を調べるには、実際に現地に調査員を派遣して網羅的に調べる必要があり、防止/検知のコストが高く、現実的でないため、これを解決する技術が求められている。

3. 解決策

前章で述べた課題を解決するため、各家庭および変圧器における電力消費情報を利用して直接盗電の有無を検知する、盗電検知システムを開発した。本システムは、図 2 の環境における配電用変圧器の供給電力と変圧器に接続されているエンドユーザの消費電力の和の関係を表す電力平衡式(1)を基に開発している。

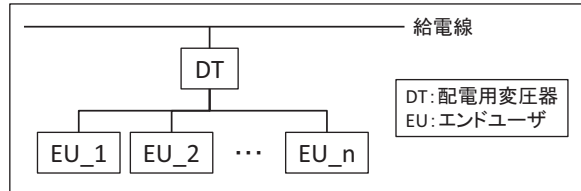


図 2 配電システムモデル

$$P_{DT} = \sum_{i=1}^n P_{EU_i} + losses \quad \dots(1)$$

P_{DT} : DTで計測される供給電力

P_{EU_i} : EUで計測される消費電力

$losses$: 電力ロス(テクニカルロス+ノンテクニカルロス)

Development of Power Theft Detection System

[†] Keisuke Sugiura, Toru Muso, Kaoru Tsuru

Mitsubishi Electric Corporation

^{††} Alan Esenther, Daniel Nikovski

Mitsubishi Electric Research Laboratories

^{†††} Dan Yakabe, Takato Ueda

Mitsubishi Electric Information Systems Corporation

テクニカルロスとは、電線の抵抗などによる技術的な電力ロスであり、ノンテクニカルロスとは、それ以外、すなわち盗電の可能性が高い電力ロスである。テクニカルロス、三相交流の場合、電流 I 、電線の抵抗 R を用いて、式(2)のように算出できる。

$$\text{technical_loss} = 3I^2R \quad \dots(2)$$

テクニカルロスの算出に用いる電線の抵抗 R については、実際に測定することはほぼ不可能であるため、本開発では、各ユーザの過去の消費電力量データを利用して推定を行い、盗電検知を実現する。

式(1)、式(2)により、式(3)のようにノンテクニカルロスを算出することが可能となる。

$$\begin{aligned} \text{Non_technical_loss} \\ = P_{DT} - \sum_{i=1}^n P_{EU,i} - 3I^2R \quad \dots(3) \end{aligned}$$

ノンテクニカルロスの値に対してしきい値を設定し、一定の値を超えたノンテクニカルロスが発生した場合に盗電として検知する。

図 3は、盗電を検知するまでのフローについて示した図である。

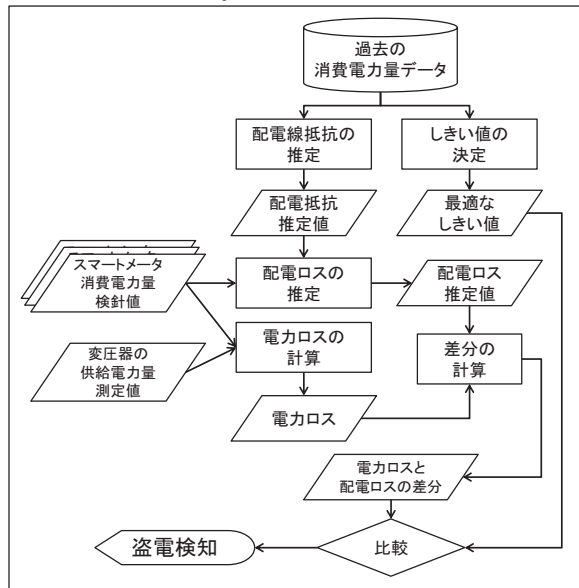


図 3 盗電検知フロー

4. 実現方式

開発した盗電検知システムは、Web アプリケーションの形式を採用し、データベース上にある各種電力量データを用いて、指定された対象機器および対象期間において、盗電が発生しているかどうかを分析/検知することが可能である。

図 4は盗電検知システムの画面である。分析の結果として、盗電分析結果概要画面や電力量

平衡グラフ画面、各機器詳細データ画面などの Web ページが生成され、ユーザは Web ブラウザを利用して各画面を閲覧することができる。

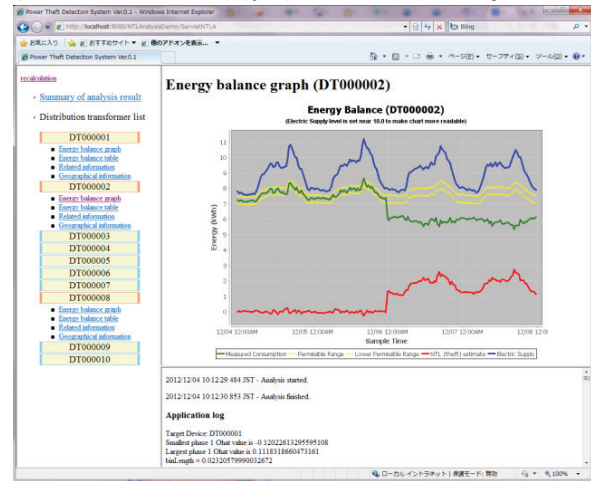


図 4 盗電検知システム画面

5. 今後の課題

盗電検知の精度・効果を確認し、最適なしきい値を決定するためには、実際の電力消費データを用いた検証が必要であるが、現時点では実データによる検証は実施できていない。今後は実際のデータを利用した検証を行い、本システムの有効性を確認する必要がある。

6. まとめ

本稿では、各家庭および変圧器における消費/供給電力量情報を利用して技術的な電力ロスを推定し、盗電による電力ロスの発生を検知する盗電検知システムについて述べた。本システムを利用することで、従来は検知できなかった直接盗電の検知が可能となる。

今後は、本システムの有効性を確認するため、実際の電力消費データを用いた検証を行う予定である。

参考文献

- [1] Karl A. Seger, David J. Icove, "Power Theft the Silent Crime"; FBI Law Enforcement Bulletin, Mar 1988
- [2] Adam Gersting; James Strapp, "Advance Approaches to Addressing Power Theft"; IBM Global Business Services White Paper.