

IEEE1888 と PUC C を用いた スマートキャンパス向け省エネシステムの提案

王 命風^{†1} 鈴木 誠二^{†1} 峰野 博史^{†2}

^{†1} 静岡大学情報学研究科 ^{†2} 静岡大学情報学部

1 はじめに

今日の地球環境問題は、社会全体で取り組まなければならない課題である。また、2011年3月に起きた東日本大震災の影響により電力不足が発生し、大学においても節電が呼びかけられている。そのため、東京大学 [1] や東京農工大学 [2] や静岡大学 [3] などの多くの大学は ICT を用いてキャンパス省エネ支援の研究に取り組んでいる。大学では複数メーカーの電気機器やシステムが使われているため、異なる通信プロトコルが存在する影響で各メーカーの製品間の連携に柔軟に統合できない。

本論文では、IEEE1888 [4] と PUC C [5] を併用したスマートキャンパス向け省エネ支援システムを提案する。提案システムでは IEEE1888 を用いて、各校舎電力消費量、空調、環境などの整備情報が、インターネット・オンライン化され、情報の集中監視、見える化、遠隔制御が実現可能になる。IEEE1888 には、HTTP と XML による通信方式が採用されている。そのため、IP ネットワークをベースとする IEEE1888 は異種ネットワークにおけるデバイスを制御することが難しいと考える。しかし、PUC C ではオーバレイネットワークを構築することで IP 系や非 IP 系などの下位通信プロトコルの違いを気にすることなく様々なデバイスを相互接続可能である。IEEE1888 と PUC C を併用し、センサデバイスと電気製品などの連携が可能となり、柔軟なサービスが可能となる。さらに、より粒度の細かい制御を実現するシステムの提案を行う。

2 関連研究

2.1 IEEE1888

IEEE1888 は、次世代 BEMS やスマートグリッド向けに開発され、2011年に国際標準化されたオープンな通信規格である。正式名を UGCCNet (Ubiquitous Green Community Control Network) と呼ぶ。本研究では IEEE1888 レジストリとストレージを省エネシステムと連携させる予定である。

2.2 PUC C

PUC C とは P2P Universal Computing Consortium の略称で、P2P 技術を利用したネットワークインフラの標準化団体である。PUC C では、Bluetooth や DLNA などの既存ネットワークの上に、オーバレイネットワークを形成することで、様々なネットワークに存在する機器を相互接続・運用可能にする。本研究では PUC C 技術を利用することでセンサネットワークを連携し、赤外線リモコンと WebIO の操作を PUC C のプロトコルでサービス化して提供する予定である。

2.3 静岡大学環境負荷モニタリングシステム

静岡大学で環境負荷モニタリングシステム [6] による「見える化」、電力負荷メール通知システムによる「知らせる化」、空調出力抑制レベル調整システムと自律分散協調ユビキタスセンサネットワークによる「抑える化」を中心に、先駆的スマートキャンパスの実現を目指している。本研究では環境負荷モニタリング

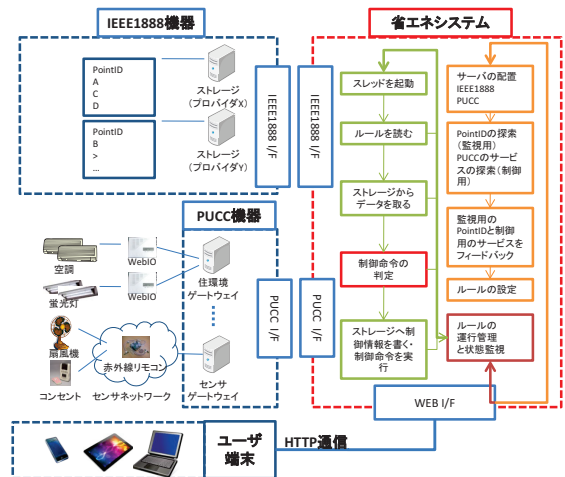


図 1: システムの全体図

システムをデータの提供者として、収集したデータを IEEE1888 ストレージへ格納する。

3 スマートキャンパス省エネ支援システム

3.1 システム全体

図 1 に提案する省エネシステムの全体図を示す。本研究では、IEEE1888 と PUC C インタフェースを持ち、ユーザ向けにウェブインタフェースを提供する省エネシステムを開発する。図中の破線で囲んだ部分が本研究での開発対象にあたる。

3.2 省エネ支援システム

省エネ支援システムと IEEE1888 機器や PUC C 機器、ユーザの端末は対応したコンポーネントによって連携可能になる。本システムは Web サーバとして稼働しており、ユーザが様々な端末を利用し、インターネット経由で管理できる。また、システムの利便性の向上を目的に、管理者が制御ルールを容易にカスタマイズする機能を待つ。この機能では、制御用の変数が一つだけではなく、複数の変数の組み合わせもサポートする。さらに、マルチユーザを応援できるようにデザインする。以下にシステムのコンポーネントを紹介する。

- IEEE1888 コンポーネント

IEEE1888 FETCH 機能を持ち、PointID を指定することでデータを読み出す。この際、複数のデータを一回で読み出すこともできる。また、一つの IEEE1888 ストレージをサポートするだけでなく、多数の IEEE1888 ストレージを指定することもできる。これらのストレージから、フィードバックした PointID の値を一斉に読み出す。もらったデータを用いて、制御情報の判定の機能をサポートする。

- PUC C コンポーネント

PUC C コンポーネントは、PUC C ノードの探索、セッションの確立、制御の要求などの機能を持ち、P2P 通信ネットワークを構成する。この PUC C コンポーネントは PUC C のリモコンとして、ほかの PUC C ノードと連携し各デバイスが提供しているサービスを発見し、これらのサービスを管理する。

Proposal of energy-saving system for smart campus Using IEEE1888 and PUC C

Mingfeng Wang^{†1}, seji suzuki^{†1}, Hiroshi Mineno^{†2},

^{†1}Graduate School of Infomatics, Shizuoka University ^{†2}Faculty of Informatics, Shizuoka University

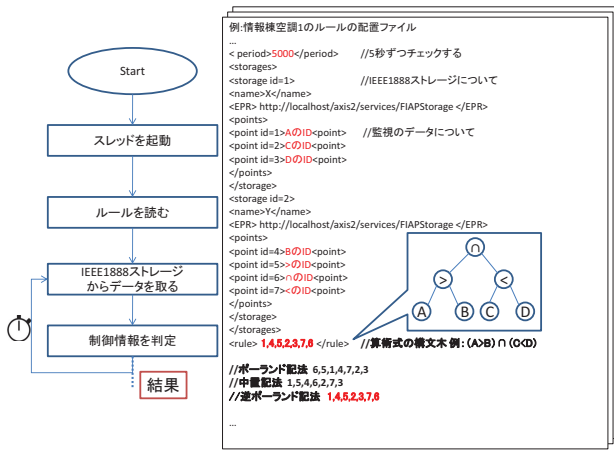


図 2: 命令判定アルゴリズム

● WEB コンポーネント

WEB コンポーネントはマルチユーザ管理，データの見える化，ルール管理などの機能を持つ。ユーザは様々な端末でインターネットの経由でいつでもどこでもシステムにアクセスできる。

上記のシステム仕様のうち，ルールの運行について，システムはストレージに定期的にアクセスして制御用のデータを収集するため，イベント駆動で実行することが実現できない。今回，システムのデザインはタイマー駆動方式を採用する。

3.3 制御命令の判定アルゴリズム

図 2 に本システムは利用したアルゴリズムを示す。制御命令群は XML 形式でルールファイルとしてサーバに保持させておく。また，1つのルールファイルには，一つの制御機器用のルールしか記述しない。ルールファイルの生成については，ユーザはシステムの Web 操作画面でフィードバックした監視用データと制御用サービスを利用し，自由にカスタマイズできる。次，システムがユーザの設定によって自動的にルールファイルを生成する。ルールファイルにはタイマー，監視用のデータ，算術式の構文木などの配置を主に格納する。アルゴリズムの実行手順は以下のように説明する。まず，制御対象のルールを ON にする。次，制御対象に対応のスレッドを作成する。そして，ルールファイル中の指定した PointID を指定したストレージから定期的に読み出す。最後，もらったデータを定義した算術式で計算し，判定の結果を取ります。

適用例を以下に示す。

- キャンパスの契約電力の使用率による空調を制御する。
- キャンパスの契約電力の使用率と室内外の温度などの情報による空調を制御する。
- キャンパスの契約電力の使用率による空調や扇風機など電気を選択して稼働する。

一つのルールは一つのデバイスのみ適用する。一般的に，多数のシステムはデバイスを一斉に中心で制御する。本システムでは，マルチスレッド技術を用いて一つのデバイスは一つスレッドを配布するため，デバイス間の影響をせず，中心制御方式よりシステムの安定性を高める。

4 実装状況

現在，システム内部のルールカスタマイズの部分については実装中であり，外部との通信部分のみ実装している。図 3 にシステムの各コンポーネント対応のユーザインタフェースを示す。詳しい実装状況を以下に説明する。

● IEEE1888

ユーザは IEEE1888 レジストリの LOOKUP 機能を利用することで，他社や他の団体で提供している PointID に関する情報を取れる。図 3 の a) に LOOKUP のユーザイン

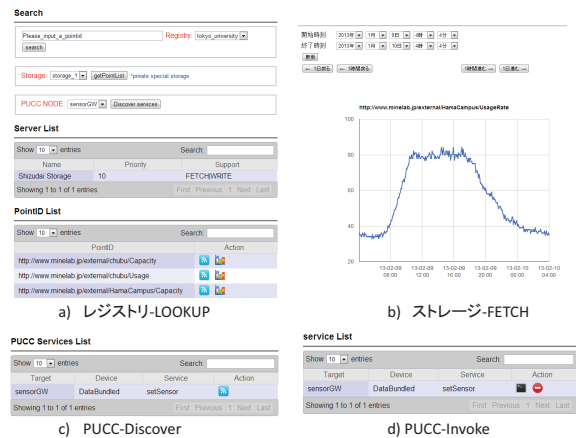


図 3: ユーザのインタフェース

タフェースを示す。IEEE1888 ストレージの FETCH 機能を加えて，PointID の値が見える化できる。図 3 の b) に FETCH のユーザインタフェースを示す。

● PUCG

PUCG については，システムは PUCG ノードの検索 (Lookup)，セッションの確立 (Hello)，サービスの発見 (Discover)，サービスの要求 (Invoke) などの機能を実装した。現在，Web 画面で手動制御も実現した。図 3 の c) d) に一部の PUCG ユーザインタフェースを示す。今後，ルールファイルによって，自動制御の開発を進み続ける。

5 おわりに

提案システムでは IEEE1888 を用いることで，一つの API で様々な監視用データを取ることができ，容易に見える化できる。また，PUCG を用いることで，各メーカーの製品の制御用インタフェースを管理できる。将来，PUCG で新しい製品を導入してもシステムを変わずに利用することもできる。高い柔軟性を持ち，ルールファイルを快適にカスタマイズすることでより粒度の細かい制御を実現できる。

省エネ支援システムの実装が終わり次第，システムの性能実験と評価を行う。大規模ユーザが頻繁に利用する状況あるいは過酷なネットワーク状況でシステムの安定性を検証する。その後，システムにイベント駆動機能を実装することを検討する予定である。また，複数なストレージから取ったデータの同期の問題を解決する方式を検討する予定である。

参考文献

- [1] 江崎 浩, "ICT を用いたグリーンキャンパスに向けた取り組み", 信学技法. IA2008-1, 電子情報通信学会, 2008, pp.1-6.
- [2] 萩原洋一, 櫻田武嗣, "複数メーカー製品を相互利用可能なキャンパスの電力見える・見せる化システムの設計・構築と運用", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J94-B, No.7, pp.780-792(2011.7).
- [3] 峰野博史, 松尾廣伸, 黒木秀和, 荻野司, 長谷川孝博, "静岡大学環境負荷モニタリングシステムの開発と導入", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J94-B, No.7, pp.780-792(2011.7).
- [4] IEEE1888, <http://ja.wikipedia.org/wiki/IEEE1888>
- [5] 石川憲洋, "コンシューマデバイス向けオーバーレイネットワークとメタデータのデファクト標準化- PUCG の事例紹介", 研究報告コンシューマ・デバイス&システム (CDS), Vol.2012-CDS, No.3, pp.1-6.
- [6] 峰野博史, "Green by ICT による静岡大学スマートキャンパス化への取り組み", 大阪大学サイバーメディアセンターサイバーメディア・フォーラム, No.12, pp.5-10(2011.9).