

WebSocket 技術を用いた クラウド型エネルギー管理システムの 性能評価

松岡研究室 童 チイリン

研究背景: エネルギー管理システム (EMS) への注目と HEMS の普及促進

- エネルギー管理システム (EMS): 情報通信技術を用いて電気機器などのエネルギー消費を削減するためのシステム
- 使用エネルギーの可視化 → 具体的な省エネ対策が可能
- 電気機器の自動制御 → エネルギー消費の最適化などによりエネルギー消費の削減を実現
- 様々な管理対象
 - 工場向け: FEMS
 - データセンタ向け: DEMS
 - 商業ビル向け: BEMS
 - 一般住宅向け: HEMS

特に、HEMS は省エネのための重要なシステムとして注目されており、日本では、経済産業省などが普及促進を図っている。

研究背景: 従来の HEMS の一般的なモデル

家庭内ネットワーク (HAN) に閉じたサービス

- サーバが家電機器のエネルギー使用を制御
- 通信機能を備えた電力メータ
- 通信機能を備えた機器を設置
- HEMS の操作、エネルギー使用の監視

家庭内に HEMS サーバを設置する必要があり、コストが高い。
→ HEMS をクラウド化することでコストの削減を図る。

研究背景: クラウド型 HEMS の一般的なモデル

HEMS サーバをクラウド上に設置

- インターネット
- スマートメータ
- クラウド上の HEMS サーバと通信し、家電機器の稼働を監視、制御
- 情報収集ユニット
- ルータ

HEMS サーバを家庭内に設置するよりは低コストだが、情報収集ユニットのコストが依然として高い。

グループの研究目的: 家電機器の Web of Things (WoT) 化に基づくクラウド型 HEMS の実現

- 家電機器は、直接 HEMS サーバに接続
- HEMS サーバをクラウド上に設置
- インターネット
- スマートメータ
- ルータ
- コントローラは、Web ブラウザ上で動作

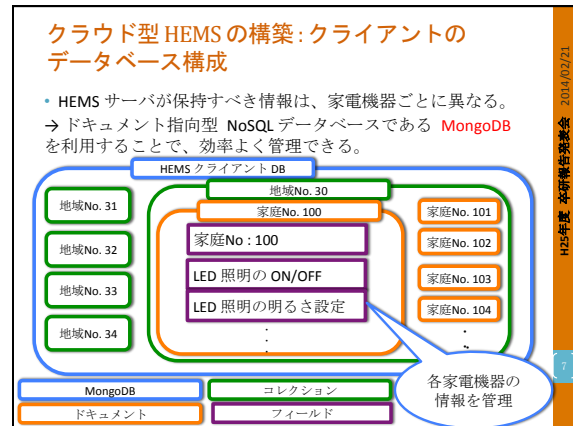
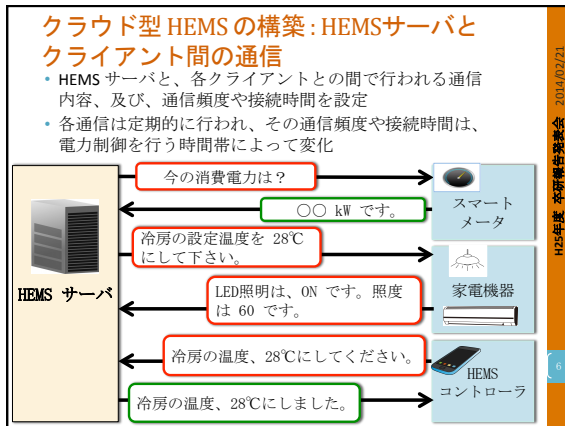
家電機器に Web 通信機能を追加するだけで、HEMS の導入が可能 → 導入コストを大幅に削減

本報告の目的: WebSocket 技術を用いた、家電機器の WoT 化に基づくクラウド型 HEMS の構築と性能評価

- 家電機器が直接 HEMS サーバに接続されることにより、サーバが収容するクライアント数は大幅に増加
- 家電機器とサーバ間では、双方を起点とし、数秒～数十秒に一回、エネルギー使用の監視や制御の通信が発生

- HEMS サーバは、大量の通信を安定的かつ低遅延で処理することが求められる。
- 双方向 Web 通信を実現する技術が必要となる。

既存研究によって、双方向 Web 通信を実現するためのプロトコルである WebSocket を用いることで、①、②が実現出来る事が示されている。
→ 本報告では、クラウド型 HEMS のプロトタイプを構築し、実環境における評価を行うことを目的とする。



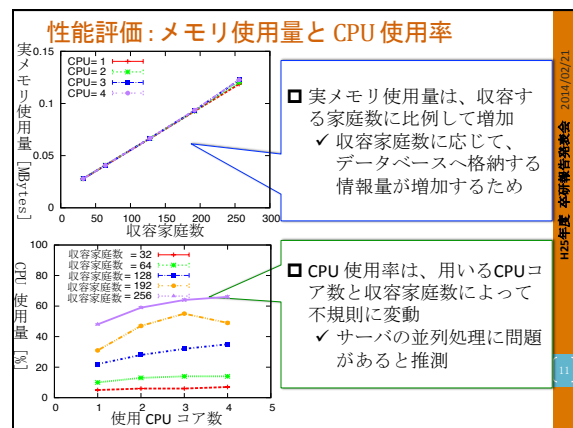
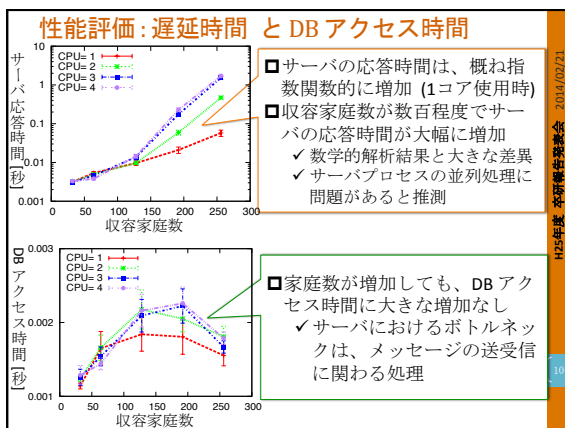
HEMSサーバの性能評価: 実験で想定するHEMSの使用環境

- サーバ、クライアント間の通信
 - ECHONET Lite で規定された、通信ルール (ESV) を使用
 - 通信内容や頻度は、電力消費がピーク時における電力制御の例を参考
- 電力制御
 - 使用可能な電力の上限を超過した場合に、各家電機器の電力使用を制御するイベントを想定する。

通信機器と通信方向	ESV	通信内容	応答要求	通信頻度
家電機器 → サーバ	INFO	稼働状況の通知	無	30秒に1回
サーバ → 家電機器	SetI	制御変更の通知	無	30秒に1回
サーバ → スマートメータ	Get	消費電力の通知要求	有	30秒に1回
コントローラ → サーバ → 家電機器	SetC	制御変更要求	有	30秒に1回

HEMSサーバの性能評価: 実験環境と評価指標

- 実験環境
 - サーバ、クライアントは同一 LAN に設置
 - ネットワーク負荷の評価は、対象外
 - HEMS サーバ
 - CPU・・・4.1 GHz、4コア/ 8スレッド
 - メモリ・・・16GB
 - OS・・・Ubuntu Server 13.10
 - 家電機器とコントローラ
 - Python による模倣プロセスを実装
 - 一般的な家庭を例に、各家庭は、5台のLED照明器、3台の空調機、及び1台のスマートメータを所有していると想定
- 評価指標
 - サーバプロセスの実メモリ使用量
 - サーバプロセスの CPU 使用率
 - データベースのアクセス時間
 - サーバの応答時間



まとめと今後の課題

□ まとめ

- ✓ WebSocket 技術を用いた、家電機器の **WoT 化** に基づくクラウド型 HEMS の実システムの構築
 - ◇ サーバ、クライアント間の通信内容の検討
 - ◇ サーバにおけるデータベース構成の検討
- ✓ 構築した HEMS におけるサーバ負荷の評価実験
 - ◇ サーバにおけるボトルネックは、**メッセージの送受信に関わる処理**
 - ◇ サーバプロセスにおける **並列処理** が HEMS サーバに性能に大きな影響を与えていると推測

□ 今後の課題

- ✓ サーバにおける並列処理を改善し、HEMS サーバ処理負荷の増大を抑制
- ✓ 広域ネットワークを用いた評価

