

ICT 技術を用いたグリーン化 (2) ～ 適応型 HEMS/BEMS の開発 ～

Green by ICT (2) – Development of Adaptive HEMS/BEMS –

峰野 博史

Hiroshi MINENO

静岡大学 情報学部

Department of Computer Science, Shizuoka University

1 はじめに

温室効果ガスの削減及び化石燃料の使用合理化の観点から、省エネルギー対策の強化が求められている。民生部門では、人々の生活が豊かさを求めるライフスタイルへ変化し、エネルギー消費が継続的に増加していることから家庭やオフィスでの省エネルギー対策が最重要課題の一つとなっている。

本稿では、各家庭やオフィスで異なる生活環境へ適応的な導入ができ、生活者の行動様式や好み、行く行くは自然との共生をも考慮してカスタマイズできるような適応型 HEMS/BEMS の導入レベルを検討する。また、通信ネットワークを新たに構築するのが困難だった既存構造物においても、区域内に置かれた複数のセンサを ZigBee や PLC (Power Line Communication) を併用することで通信エリアを相互に補完し合うように自律的にオーバレイセンサネットワークを形成し、適応型 HEMS/BEMS を支える技術の研究開発状況を紹介します。

2 関連研究

新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の成果報告書 [1, 2] によると、HEMS 実用化研究は、間接制御ではエネルギー総量の提示・前月との比較・料金化等によって省エネ行動を喚起するに止まり、自動制御による省エネ行動をさらに確実にするには、エネルギー計測値の表示だけでなく各家庭の所有機器情報に基づく、きめ細かくカスタマイズされた省エネガイドの提供が有効であると考えられる。また、自動制御対象としてエネルギー負荷の割合が大きいガス・灯油による暖房機や給湯器なども範疇に含めることが必須であると言える。

最近では、ICT を用いたグリーンキャンパスに向けた取り組み [3] や設置・維持コスト、制御対象の制約、制御方法の限定といった HEMS/BEMS 普及の課題を解決するための研究開発も盛んに行われている。例えば、グリーンタップ [4] では省電力無線通信規格 ZigBee で接続可能な小型センサと CPU を内蔵した電源タップを用いて、HAT[5] では PLC を用いて、電源タップに接続されているレガシー家電の改造を一切不要とし、オン/オフや IR リモコン制御を実現できる簡易型 HEMS の構築に向けた研究開発が行われている。

一方、人の好みや行動パターンに応じた HEMS/BEMS 技術の研究開発 [2] では、快適な生活を好むライフスタイルへの変化によって、省エネルギーを単独機能とした HEMS より、快適な生活を提供できる機能を付加した

- レベル1: 照度、温度、湿度 (10～15分周期)、人感 (イベントドリブン)
 - 各部屋での環境状況の変遷、人の存否を見る化
 - ⇒ 見える化、見せる化の実現
- レベル2: +消費電気特性 (イベントドリブン)
 - 各環境状況や生活パターンから消費電力との相関を見る化
 - ⇒ 適正な環境設定によって達成可能な省エネ効果の認識
- レベル3: +リモート On/Off スイッチ (ポーリング周期 10～15分)
 - 機器のつけっぱなし撲滅、旧式家電機器の待機電力カット
 - ⇒ 家電に対する一般的な省エネ基礎環境制御の実現
- レベル4: +赤外線リモコン (イベントドリブン)、マルチベンダノード
 - 赤外線リモコン機器まで含むマルチベンダ連携制御による省エネ制御
 - ⇒ 既存構造物へも後付けで省エネ環境制御を追加可能
- レベル5: +ヘルスケアセンサ (加速度、体温、心拍、体重など; イベントドリブン)
 - ライフログから人それぞれの快適度を定量化
 - ⇒ 嗜好や個性、体調や状況の違いを尊重した人に優しい省エネ環境制御の実現
- レベル6: +微小気象観測センサ (10～15分周期)、マイクログリッドなど
 - 自然エネルギー (熱、光、水、風) 変換効率に則った利活用と共生



図 1 適応型 HEMS/BEMS の導入レベル

HEMS の方が魅力的であると考え、少子高齢化社会を迎えた昨今、高齢者の普段の生活行動を見守りつつ緊急の場合には自動通報するといった安心・安全な生活見守り機能を付加した HEMS によって、HEMS 普及を促進できないかと分析している。

3 適応型 HEMS/BEMS の導入レベル

以上より、エネルギー消費に関して相反する三つの事項「快適な生活」、「光熱費の節約」、「環境問題」を考慮しつつ、この三つのバランスを維持しながら各家庭やオフィスで異なる生活環境への適応的な導入が可能な適応型 HEMS/BEMS の研究開発が必要であると考えられる。

図 1 に、筆者の考える適応型 HEMS/BEMS の導入レベルを整理する。レベル 1 では、照度、温度、湿度、人感センサなどを導入し、各部屋での環境状況の変遷、人の存否を見る化することで、これまで見えなかった情報の見える化、見せる化を実現する。レベル 2 では、上記センサ群へ、電源タップ型計測器を加えることで消費電気特性を収集可能とし、各環境状況や生活パターンから消費電力との相関を見る化する。これらセンサを導入することで、適正な環境設定によって達成可能な省エネ効果の認識を促すだけでなく、表示系 HEMS としての間接制御による省エネ行動を喚起できると考える。レベル 3 では、制御系 HEMS の基礎技術となるリモート On/Off スイッチ機能をタップ型計測器に追加することで、機器のつけっぱなし撲滅や、旧式家電機器の待機電力カットを可能とし、家電に対する一般的な省エネ基礎環境制御を実現する。レベル 4 では、さらに赤外線学習リモコン機能を加えることで、赤外線リモコン機器まで

含むマルチベンダ連携制御による省エネ制御が可能となり、既存構造物へも後付けで省エネ環境制御を追加していくことができる。これらにより、各家庭が所有する機器情報に基づくきめ細かくカスタマイズされた省エネガイドランスをも提供でき、間接制御による省エネ行動をさらに確実なものにしていけると考える。レベル5では、快適な生活を損なわない省エネ機能の実現を意識し、体温、心拍、加速度、体重などのヘルスケアセンサを加えることで、ライフログから人それぞれの快適度を定量化し、嗜好や個性、体調や状況の違いを尊重した人に優しい省エネ環境制御の可能性を探る。レベル6以降では、今後の普及が大いに期待される微気象観測センサや、マイクログリッドのような小規模な電力系統とも連携し、自然エネルギーの変換効率に則った利活用と共生を意識し、ネットワーク上の様々な情報を駆使することで、自然と人工のバランスを考慮した共生環境制御を目指す。

現在、これまでの研究成果を連携させることで、適応型 HEMS/BEMS の導入レベル4の環境構築を進めている [6]。具体的には、電力線通信技術 PLC と省電力無線通信規格 ZigBee を併用することで、No New Wire で既存構造物内に低ノード密度かつ高通信到達率のセンサネットワークを構築する技術を開発し、自律分散協調ユビキタスセンサネットワークを構築可能なハードウェアプラットフォームを試作開発した。様々なセンサ/アクチュエータを接続することを想定し、接続するセンサ/アクチュエータの組合せ次第で、情報家電だけでなくガス・灯油による暖房機や給湯器など多種多様な機器からの情報を収集することが可能となる。区域内に置かれた複数のセンサ/アクチュエータを無線通信や電力線通信を併用することで通信可能なエリアを相互に補完し合うように自律的にオーバーレイセンサネットワークを形成することができ、通信ネットワークを新たに敷設するのが困難だった既存構造物へも後付けで省エネ環境制御を追加していくことができる。

4 プロトタイプシステムの開発状況

適応型 HEMS レベル1を実現するために多数の無線センサノードを大学棟内（情報棟1号館4階）へ設置し、各部屋での環境状況の変遷や人の存否の見える化を試みている（図2）。また、試作開発した自律分散協調ユビキタスセンサネットワーク敷設のための開発プラットフォームの詳細評価と改良を進めており、レベル2, 3, 4を実現するための拡張モジュール開発も終了し、表示系 HEMS として間接制御による省エネ行動喚起のための基礎検討を進めている。

例えば、収集したセンシングデータから在席状況を推定する手法として、様々な分類アルゴリズムと利用する属性データの組合せで在席判定用分類器を検討した。その結果、単一のセンサによる時系列シーケンスを利用した在席状況推定によって、在席パターンの分類精度は18%から38%へ向上した。さらに、複数のセンサデータを統合して得た時系列シーケンスを利用した在席状況推定では90%以上の再現率を得ることができ、人の存否

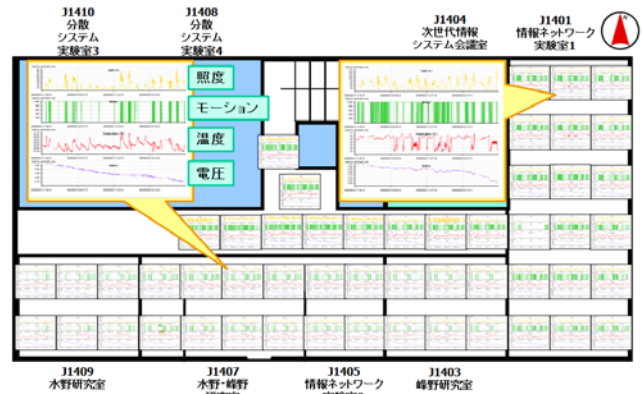


図2 適応型 HEMS/BEMS レベル1の外観

を検知することが目的でないセンサ群（人感、照度、温度）であっても、複数のセンシングデータを統合して得た時系列シーケンスをパターン化することで高精度な在席状況推定を実現できる可能性が示された。これにより、複数の部屋を少人数で利用している場合、1部屋へ集めるよう誘導し、利用部屋数を減らすことで照明や空調の過剰な利用を抑制するといった省エネ制御で施設利用の効率化も図れると考える。

5 おわりに

本稿では、各家庭やオフィスで異なる生活環境へ適応的な導入ができ、生活者の行動様式や好み、さらに自然との共生をも考慮してカスタマイズできるような適応型 HEMS/BEMS の導入レベルを検討した。随時、企業との連携を意識しながら研究開発を進め、開発プラットフォームの安定性、長期運用における課題の明確化と対策、省エネ効果等の評価を進める。最終的には、各家庭によって異なる生活環境に適応的に導入でき、きめ細かな自動制御をカスタマイズできるようにするだけでなく、ネットワーク上の様々な情報を駆使することで、自然と人工のバランスを考慮した共生環境制御を実現する適応型 BEMS/HEMS 実用化の一助となることを目指す。

参考文献

- [1] 住環境計画研究所：平成17年度一般家庭における HEMS 導入実証試験による省エネルギー効果の評価解析成果報告書，(2006)。
- [2] (社)人間生活工学研究センター：人の好みや行動パターンに応じた HEMS/BEMS 技術の研究開発，新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2007)。
- [3] 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，信学技報 (IA)，pp. 1-6 (2008)。
- [4] 岩田真琴，他：省電力プラットフォーム「グリーンタップ」の提案 (1)～(4)，情処全大，6D-3～6 (2009)。
- [5] 栗山央，他：既存家電製品を用いたホームオートメーションの実現，情処論，Vol. 49, No. 1 (2008)。
- [6] 峰野博史，他：オーバーレイセンサネットワークによる適応型 BEMS/HEMS の実現に向けて，情処研報 (DPS)，Vol.139, No.6 (2009)。