

電力の有効利用を実現するためのプランニングの検討

栗原 孝太† 大澤 由憲‡ 菅沼 拓夫§‡ 橋本 和夫‡

† 東北大学工学部 ‡ 東北大学大学院 情報科学研究科 § 東北大学 サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

近年、電力不足が大きな社会問題となっており、消費電力の削減が大きな課題となっている。このため、家庭内やオフィス内において人の在室状況を共有し、人の動きを管理することで、全体の省電力化を行う手法などが検討されている [1]。

ただし、電力の有効利用を考える場合、単なる消費エネルギーの最小化では、日常生活に支障がでる場合がある。例えば、消費電力の低減のために空調を停止した場合、その部屋にいる人間の快適性が損なわれ、作業効率や生産効率が低下するという問題が発生する。

筆者らは、これまでに研究室の環境下である目的関数を最小化することにより最適状態を定義し、最適状態で遷移することで消費エネルギーを大幅に削減できることを示した [2]。

本稿では、上記で行った最適状態の推定結果に基づき、電力の有効利用を実現するプランニングについて提案する。

2 電力の有効利用のための最適状態の計算に関する既存研究

筆者らは最適状態の計算のために、以下の式 (1) により目的関数 $F(s)$ を定義した [2]。

$$F(s) = E(s) - L(s) \quad (1)$$

式 (1) における $E(s)$ は消費エネルギー、 $L(s)$ は研究能率を表す。この研究では、消費エネルギー $E(s)$ が可能な限り小さく、研究能率 $L(s)$ が可能な限り大きくなることを目指した。従って、目的関数 $F(s)$ を最小化する状態ベクトル s を求めた。

消費エネルギー $E(s)$ は以下の式 (2) のように定めた。

$$E(s) = \sum_{i=1}^{N_a} \text{Energy}(A_i) \times st_i(s) \quad (2)$$

式 (2) における $\text{Energy}(A_i)$ は機器 A_i の消費エネルギー、 $st_i(s)$ は機器 A_i の状態変数、 N_a は機器の総数を表す。状態

変数 $st_i(s)$ は機器の状態がオフならば 0、オンならば 1 をとる。

研究能率 $L(s)$ は以下の式 (3) のように定めた。

$$L(s) = \sum_{i=1}^{N_p} PL_i(s) \quad (3)$$

式 (3) における $PL_i(s)$ はプロジェクト P_i の研究能率、 N_p はプロジェクトの総数を表す。

また、 $PL_i(s)$ を以下の式 (4) のように定めた。

$$PL_i(s) = \sum_{j=1}^{N_i} ML_j(s) \quad (4)$$

式 (4) における $ML_j(s)$ はメンバー M_j の研究能率、 N_i はプロジェクト P_i の総メンバー数を表す。 $ML_j(s)$ は、空調がオンかオフかによって変動する。

3 電力の有効利用を実現するためのプランニングの提案

3.1 制御対象

本稿で想定する環境を次のように設定する。

環境: 研究室

考慮する機器類: 作業用 PC, 照明, 空調

最大メンバー数	部屋数	PC 数	プロジェクト数
12	3	12	3

また、本稿では、以下のようなことを要件とする。

- 学生は部屋の座席につくとき、部屋の中で消費電力が最も低い PC を使用する。
- 学生が一人でもいる部屋は、照明をオンにする。
- ある二人の同プロジェクトの学生が違う部屋にいるとき、その二人の生産性が下がる。
- 気温が最適気温 (18) と離れている場合、離れている程度に比例して、その部屋にいる学生の生産性が下がる。

空調を付けると部屋の室温は最適気温 (18) となる。また、メンバー数および空調を付けない場合の室温は時間により変動する。

On Planning for Efficient Use of Electricity.

†Kouta Awahara ‡Yoshinori Osawa §‡Takuo Suganuma ‡Kazuo Hashimoto

†School of Engineering, Tohoku University

‡Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

§Cyberscience Center, Tohoku University

3.2 状態の定義

表 1 のように状態を定義する.

表 1: 状態の定義

$At(?m, ?r)$	メンバー?m が部屋?r にいる
$Using(?m, ?p)$	メンバー?m が PC?p を使っている
$NotUsing(?m)$	メンバー?m が PC を使っていない
$LightOn(?r)$	部屋?r の電気が点いている
$LightOff(?r)$	部屋?r の電気が消えている
$AirOn(?r)$	部屋?r の空調が付いている
$AirOff(?r)$	部屋?r の空調が消えている

3.3 アクションの定義

表 2 のようにアクションを定義する.

表 2: アクションの定義

$Move(Member?m, Room?from, Room?to)$	メンバー?m が部屋?from から部屋?to へ移動する
$Use(Member?m, PC?p)$	メンバー?m が PC ?p を使い始める
$UnUse(Member?m, PC?p)$	メンバー?m が PC ?p を使うのを止める
$TurnLightOn(Member?m, Room?r)$	メンバー?m が部屋?r の電気を点ける
$TurnLightOff(Member?m, Room?r)$	メンバー?m が部屋?r の電気を消す
$TurnAirOn(Member?m, Room?r)$	メンバー?m が部屋?r の空調を付ける
$TurnAirOff(Member?m, Room?r)$	メンバー?m が部屋?r の空調を消す

3.4 実行環境

本実験の実行環境を以下に示す.

表 3: 実行環境

OS	Windows 7 Professional 64bit
CPU	Intel(R) Core(TM) i7 860 @ 2.80GHz
RAM	4.00GB
プランナ	JPlan[3]

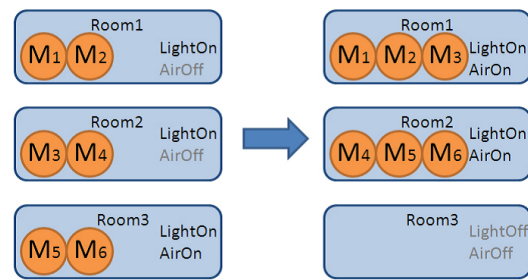


図 1: 状態遷移

4 実験結果

以下の状況を例にとって, 提案手法を実行した.

- 在室メンバー数 : 6 人 (M_1, M_2, \dots, M_6)
- 外気温 : 11
- 初期状態 : 図 1 の左側

まず最適状態の計算を行った. すると, 最適状態として図 1 の右側の状態が得られた.

これを目標状態としてプランニングを行うと, 目標状態へ遷移する適切なプランを得ることができた.

また, これを実行することで, 最適関数を約 30 % 低下させることができた.

5 おわりに

本稿では, ある環境を想定し, 単なる消費エネルギーの最小化だけでなく人間の作業能率も視野に入れて最適状態を推定した. そして, 推定した最適状態を用いてプランナによって環境状態を制御し, 電力の有効利用を実現した. 今後は, 環境の観測から制御までを自動で行い, 常に最適状態で遷移させるシステムの構築に取り組む.

謝辞 本研究の一部は, 平成 23 年度総務省 PREDICT 委託課題「情報システムの省電力化を実現する次世代ネットワーク管理技術の研究開発」の援助を受けて実施した.

参考文献

- [1] 石川 和美, 諏訪 敬祐, "家庭用住宅システムにおける省電力化技術に関する研究", 武蔵工業大学 環境情報学部 情報メディアセンタージャーナル 第 6 号, 2005
- [2] 西 徹也, 大澤 由憲, 橋本 和夫, "ネットワークシステムの消費エネルギーを最適化するポリシーに関する検討", 情報処理学会第 73 回全国大会 Vol.4 pp.793-794, 2011
- [3] Yasser EL-Manzalawy, "JPlan", <http://jplan.sourceforge.net/>