

グリーン指向ネットワーク管理フレームワークに基づく IP 電話システムの自律化制御

An autonomous adaptive control of IP Phone system based on
Green-oriented Network Management Framework

稲葉勉[†] 和泉諭[‡] 中村直毅[‡] 菅沼拓夫[§] 白鳥則郎[¶]

Tsutomu Inaba Satoru Izumi Naoki Nakamura Takuo Suganuma Norio Shiratori

1. はじめに

組織内ネットワークに接続された ICT 機器全体の省電力化を目的として、我々は“グリーン指向ネットワーク管理フレームワーク”に関する研究開発を推進している [1, 2]. 本フレームワークは、ARP や SNMP に基づく ICT 機器管理技術をベースとすることで、スマートタップ等の特殊な計測機器を用いずに PC やサーバ等の“消費電力の見える化”と“ネットワーク構成の自律化”を実現することを可能とする。

本稿では、グリーン指向ネットワーク管理フレームワークの適用範囲をこれまで想定していた PC やサーバだけに留まらず、IP 電話システムに拡張することを目的とし、IP 電話システムの利便性を保ちながら省電力化を実現する方法を検討する。

本研究開発の一部は、平成 23 年 10 月に開始された総務省グリーンイノベーション推進事業 (PREDICT) の支援 (平成 23 年 10 月～平成 26 年 3 月) を受けて、東北大学、(株)サイバーソリューションズ、東日本電信電話株式会社 宮城支店、東北工業大学とで協力して研究開発を推進している。

2. グリーン指向ネットワーク管理フレームワーク

グリーン指向ネットワーク管理フレームワークによるサービス概念を図 1 に示す。グリーン指向ネットワーク管理フレームワークは、不正端末防御システムとして (株)サイバーソリューションズ社が製品化し販売する“NetSkateKoban”[3] の ARP や SNMP に基づく ICT 機器管理技術をベースとして開発を進めている。グリーン指向ネットワーク管理フレームワークを実装した NetSkateKoban を、“GreenKoban”と呼ぶ。

2.1. 消費電力の見える化

ネットワークに接続される ICT 機器の消費電力量 (定格消費電力量など) は、機器のプロパティ情報として利用者名などとともに予め GreenKoban に登録される。GreenKoban は、この消費電力量の基礎データを用いて ICT 機器の消費電力情報を収集・分析し、消費電力量または環境負荷情報として表示する。これらの情報は、総量だけでなく利用者もしくは担当などのグループ毎に分類して表示することができ、各利用者に対して電力消費の実態を意識づけさせることが可能である。

[†]東日本電信電話株式会社宮城支店, NTT EAST, Miyagi Branch

[‡]東北大学医学系研究科, Graduate School of Medicine, Tohoku University

[§]東北大学サイバーサイエンスセンター, Cyberscience Center, Tohoku University

[¶]東北大学電気通信研究所, Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

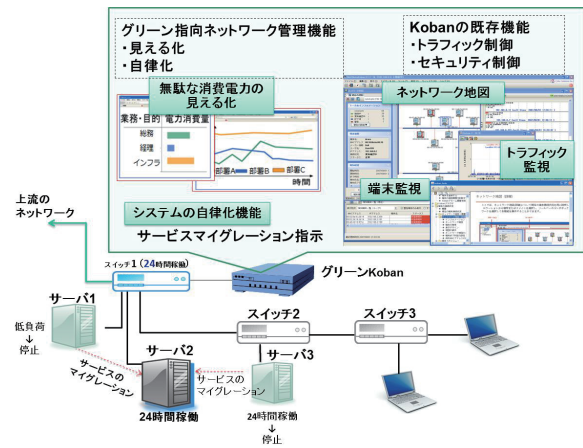


図 1: グリーン指向ネットワーク管理フレームワーク。

さらに GreenKoban では、PC 等の上位につながるスイッチ、ルータ、ファイアウォール、無線 LAN アクセスポイントやプリンタなどの共有機器の消費電力も考慮に入れて、これらの機器の消費電力を利用者間で案分し個人の消費電力に加算して見える化するなどの新たな試みを取り入れている [4].

2.2. システムの自律化技術

システムの自律化技術は、エネルギーポリシー (電力使用戦略・計画) に基づき、自動的に ICT 機器の電源の ON/OFF を制御するだけでなく、ICT システムの接続構成を自律的に最適化して無駄な消費電力を削減する。具体的には、収集した ICT 機器の使用状況や消費電力のデータを基にしてデータ解析を行い、ICT 機器の今後の利用予測を推定して、ICT システムの消費電力やネットワーク構成を最適化する [5]. これらの情報収集や機器制御は、G-MIB [6, 7, 8] をベースとして SNMP を用いて実現される。この G-MIB は機器の ID や種類、電源状態などの 6 項目から構成される。現在、我々は G-MIB の国際標準化を目指して IETF のエネルギーマネジメントに関するワーキンググループ (Eman) で議論を進めている [9].

3. IP 電話システムの消費電力に関わる課題

企業等において利用されている IP 電話システムは、ネットワーク構成を変更する際のフレキシビリティを考慮して、PC 等が接続されるネットワークとは異なるネットワークに収容されるのが一般的である。情報漏えいなどのセキュリティインシデントの発生を避ける

ため、社員は終業時にPCをシャットダウンして帰宅する。しかし、IP電話機はそのままの状態では放置されるため、夜間や休日など利用される機会がないはずの時間帯においても、IP電話システムは無駄に電力を消費していると言える。

例として、ある組織においてIP電話ネットワークで利用されている8ポートPoE HUB(NTT製GX-POLHUB-1、多機能IP電話機(GX-38-IPTEL-2)を6台常時接続)について、夜間の消費電力量をワットアワーメーターを用いて実測調査したところ、1台のPoE HUBの1時間当たりの消費電力は平均して約24Whであった。夜間の未使用時間を20時～翌朝8時の12時間と仮定すると1台のPoE HUBでは一晩で約288Whの無駄な消費電力量が発生していた計算となる。この組織ではIP電話システムのために全部で123台のPoE HUBが設置されていることを考慮すると、一晩あたり約35.5kWhもの電力量を無駄に消費していたことになる。

4. グリーン指向ネットワーク管理フレームワークに基づくIP電話システム

IP電話システムの無駄な電力消費を削減するため、IP電話システムをグリーン指向ネットワーク管理フレームワークに適用する方法を提案する。

4.1. 概要

図2に示すように、グリーン指向ネットワーク管理フレームワークによるIP電話システム管理では、2章で述べた“GreenKoban”がIP電話システムの自律的制御の中核を担う。GreenKobanは監視トランクを介して全てのVLANで通信されるARP情報を監視し、ARPテーブルやMACテーブルを用いてMACアドレスをベースとしたICT機器管理を行う。このため、PCもIP電話機もGreenKoban内では図2中の表に示すように、MACアドレスで管理されると共に、それぞれが接続されるスイッチの特定も可能となる。さらに、GreenKobanの管理者が各ICT機器の所有者を登録することにより[†]、図中の表に示すようにPCとIP電話機の所有者が関連付けられる。

また、GreenKobanのSNMPマネージャ機能を用いれば、VLAN上に存在するPoEスイッチを管理・監視・設定することが可能である。これらの機能を用いて、当該IP電話機の利用可能性がないと判断できる場合に、その電話機が接続されるスイッチのIFポートの給電を停止することで省電力化を実現することが可能となる。例えば、POWER-ETHERNET-MIBのpethPsePortPowerPairsControlAbilityオブジェクトを操作して、利用されなくなったIP電話機の接続されるスイッチのポートに対して給電の開始・停止を実施する。

4.2. IP電話システムとの連携

電話としてのサービス性を損なわないためには、給電を停止するIP電話機に付与された電話番号への着信呼を救済する必要がある。これは、当該呼を受信可能

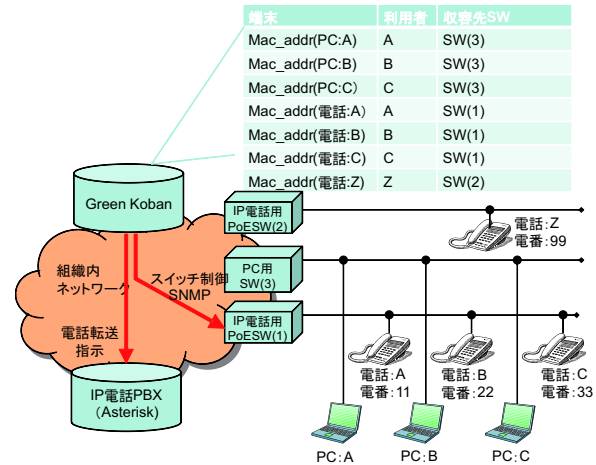


図2: グリーン指向ネットワーク管理フレームワークに基づくIP電話システムの概要。

なIP電話機もしくはIVRへ転送することで対応が可能である。

例えば、図2のIP電話機Zが夜間も駐在する社員に割当てられたIP電話機であると仮定すれば、IP電話機Aへの給電を停止する際には、IP電話機Aに割当てられた外線電話番号11をIP電話機Zへ転送するようにGreenKobanがIP PBXに対して指示を行う。給電が停止されるIP電話機に割当てられた電話番号への着信を必ずしも人間が対応する必要のない場合には、当該電話番号への着信呼をIVRへ転送し自動音声によりサービス時間外の旨を発信者へ通知することも可能である。IP電話機Aを翌朝再給電する際には、IP電話機Zへ転送された当該電話番号11をもとのIP電話機Aに着信するようにGreenKobanからIP PBXに対して再度変更依頼を実施する。

4.3. IP電話機の給電制御タイミング

4.3.1. PC連携による給電制御

ある利用者にIP電話機とPCがそれぞれ1台ずつ貸与されているケースにおいては、PCの起動・停止を契機として、IP電話機への給電を開始・停止とするのが最も簡易な判断条件である。この場合、システムアップデートやアプリケーションインストール直後のPCの一時的な再起動等を考慮して、IP電話機への給電停止はPC停止直後ではなく、一定時間を経過してから実施するのが望ましい。PCやIP電話の利用(稼働)状況とその利用者の関連付け情報は、既にGreenKobanの取得している情報であるため、実装が容易な方法である。

4.3.2. 周辺環境を考慮した給電制御

IP電話機とPCの利用者が一対一に対応していない場合、もしくはIP電話機への給電制御をより厳密に実施する場合には、周辺環境のセンシング情報を用いるなどの手法が考えられる。そこで今回は、人感・温度・

[†]ネットワーク管理者による利用者および端末登録の手間を大幅に削減するため、既存の認証システムと連携した自動登録システムを現在開発中である。

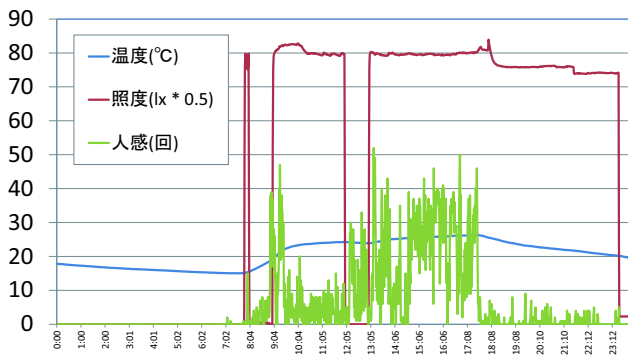


図 3: IP 電話機周辺環境のセンシング結果.

照度センサを用いて IP 電話機周辺の環境センシングを実施した。図 3 は、ある日の 0 時から 24 時まで IP 電話機の置かれた筆者の自席付近に環境センサを設置して得られたデータ結果である。人感センサの回数は、毎分 60 回 (毎秒) 取得したセンシング情報のうち人感反応した回数を示す。30 回以上の反応があった時間帯は自席にいた時間帯とほぼ一致しており、反応が 10 回未満の時間帯はほぼ利用者が不在の時間帯であった。

照度センサの結果は、室内照明の点灯していた時間帯を如実に示している。温度センサの結果は、緩やかな変化しか捉えることができなかった。

以上のことから、人感センサ連動による IP 電話機の給電制御は省電力化に有効に働く可能性を秘めていると言える。しかし、本手法は先に述べた PC 連携の手法に比べて実装は容易ではない。

5. 実証実験

“グリーン指向ネットワーク管理フレームワーク”の有効性を実証するため、我々は東北大学医学研究科・大学病院ネットワークへ GreenKoban を導入して、2012 年度より“消費電力の見える化”、“システムの自律化”の実証実験を実施している。しかし、東北大学医学研究科・大学病院においては、諸々の事情によりレガシー系の構内 PBX による電話システムが利用されており、IP 電話システムは導入されていない。このため、本稿で提案する IP 電話システムの実現性を確認するために、講義実習棟の一部に IP PBX システムとしてオープンソースの AsteriskNOW [10] をインストールしたサーバと IP 電話機 6 台を利用した小規模環境を構築し、GreenKoban と IP 電話システムの連携動作検証を実施した。

AsteriskNOW は、米デジウム社が無償で提供する Linux ディストリビューションの一つであり、Linux を含み Web ブラウザによる管理機能を搭載している。当初、CentOS 上に Asterisk 1.18 をインストールして実験環境を構築したが、アプリケーションインターフェースである AMI からの転送設定変更時に不具合が発生したことから、現実環境では AsteriskNOW 2.0.2 を採用することとした。PoE スイッチには標準 MIB をサポートする HP 社の Procurve 2520 を利用し、6 台の

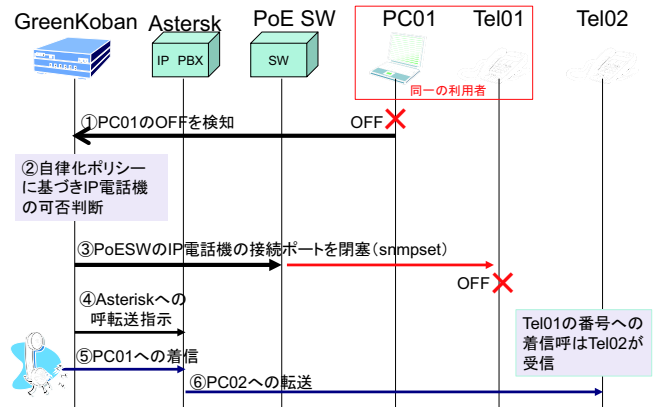


図 4: 実証実験環境の制御フロー.

IP 電話機に対して給電制御を実施する。

実証実験におけるシステム間の制御フローを図 4 に示す。本実証実験では、PoE スイッチ制御による IP 電話機への給電判断ロジックを簡単にするため、当該 IP 電話機の利用者と同一の利用者の PC がネットワーク上で起動しているということを IP 電話機起動の必然性の判断基準とした。また、PC の一時的なシャットダウン (再起動) が発生することも考慮して、当該 PC のシャットダウン後 15 分を経過した時点で、IP 電話機への給電を停止するという実装を行った。実験の結果、IP 電話機 1 台当たり約 2W の消費電力削減効果が見込めることが明らかとなった。

6. おわりに

本稿では、グリーン指向ネットワーク管理フレームワークを IP 電話システムに拡張し、IP 電話に関わる無駄な消費電力を削減する提案とその実装を行った。PC 等の ICT 機器に比べて 1 台の IP 電話機の消費する電力は僅かなものであるが、IP 電話機は明らかに利用されない時間帯が存在するため、そのような時間帯における無駄な消費電力を削減することは非常に意味のあることである。今回の提案においては、IP 電話機利用者の PC が起動していない時間帯を、その IP 電話機が利用されない時間帯であるという前提で IP 電話機給電制御の実装を行った。本実装は、GreenKoban との親和性が良く実装が容易であるため、導入も容易である。本提案は、IP 電話機とそれを接続する PoE 機器を複数有する大規模な組織において、省電力化の観点から特に有効であると考えられる。

また本稿では、PC と IP 電話機の利用者が一対一に対応していないケースにおいては、周辺環境のセンシング情報が重要であると考え、各種センシングによる周辺環境情報を収集を合わせて実施した。この結果、結果人感センサの有用性を明らかにしたが、GreenKoban への実装については、人感センサ連動にかかる追加コストや新たに発生する消費電力の増分等を厳密に考慮する必要がある。このため、環境情報収集等に関わる消費電力量と IP 電話機の消費する無駄な消費電力量のバランスを考慮しながら、IP 電話システムを省電力化

するための最適な判断ロジック判定法と実現性の高い実装方法を引き続き検討していく必要がある。

今後は、前述した課題のほか、PoEスイッチ自体の省電力化仕様に向けた要求条件について検討すると共に、AsteriskをベースとしたAspireX [11]などのIP PBXアプライアンスとの連携実装も進める予定である。

参考文献

- [1] Tsutomu Inaba, Takashi Ogasawara, Naoki Kita, Naoki Nakamura, Takuo Suganuma, Norio Shiratori, "Green-oriented Never Die Network Management: The Concept and Design", Proc. 2012 International Conference on Systems and Informatics (ICSAI 2012), pp.529-535 (May 2012). (Invited Paper)
- [2] 白鳥則郎, 稲葉勉, 中村直毅, 菅沼拓夫, "災害に強いグリーン指向ネバーダイ・ネットワーク", 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.7, pp.1821-1831 (July 2012). (招待論文)
- [3] "NetSkateKoban Web-site", <http://www.cysol.co.jp/products/netskatekoban/>
- [4] 中村直毅, 和泉諭, 稲葉勉, 菅沼拓夫, 白鳥則郎, "ユーザ指向消費電力可視化システムの提案," 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.112, No.209, IN2012-53, pp.23-28 (September 2012).
- [5] 和泉諭, 稲葉勉, キニ・グレン・マンスフィールド, 中村直毅, 菅沼拓夫, 白鳥則郎, "グリーン指向ネットワーク管理技術の開発と自律化機能の設計," 第20回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2012) 論文集, pp.227-232 (October 2012).
- [6] Satoru Izumi, Kazuyoshi Matsumoto, Tetsurou Sato, Naoki Nakamura, Takuo Suganuma, and Norio Shiratori, "A Proposal of Green-oriented Management Information Base (G-MIB) and Its Development," Proc. The 1st IEEE Global Conference on Consumer Electronics 2012 (IEEE GCCE2012), pp.49-53 (October 2012). (Electrical Science and Engineering Promotion Student Paper Award)
- [7] Satoru Izumi, Takuo Suganuma, and Norio Shiratori, "Green-oriented Network Management - Towards Symbiosis between Information Systems and Nature -," Proc. The Second International Workshop on Symbiotic Computing and Multiagent Systems (SCMAS-2012), pp.690-694 (November 2012).
- [8] 和泉諭, 松本和芳, 佐藤哲朗, 中村直毅, 菅沼拓夫, 白鳥則郎, "グリーン指向管理情報ベース (G-MIB) の設計," 情報処理学会研究報告, Vol.2012-CDS-4 No.9 (May 2012).
- [9] "Green Usage Monitoring Information Base", <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-suganuma-greenmib/>
- [10] "AsteriskNOW Web site", <http://www.asterisk.org/downloads/asterisknow>
- [11] "AspireX Web site", http://www.necinfrontia.co.jp/aspire_x/