

家庭におけるエコライフ推進のための ソーシャルライフログの応用

山 際 基^{†1} 上 原 稔^{†1} 村 上 真^{†1}

地球温暖化対策として二酸化炭素排出量の削減の試みが数多く行われている。我々はセンサーを用いて、屋内における環境と電力消費量を同時に記録する。屋内において、センサは温度や湿度や照度を計測する。これらは人間の行動や生活環境に関連する重要な要素である。そして、記録をソーシャルライフログにすることにより、家庭における新しいエコライフを行うための基盤を構築する。ソーシャルライフログは個人の行動履歴であるライフログを関連付けることで、1つの行動記録に多面的な視点を与える。本論文では、人間の快適性を重視する新しいエコライフを行うためのシステムを提案し、システムを実現するためのセンシング装置、ソーシャルライフログについて述べる。

The application of Social Life Log for Ecological lifestyle in the home

MOTOI YAMAGIWA,^{†1} MINORU UEHARA^{†1}
and MAKOTO MURAKAMI^{†1}

A lot of trials to reduce carbon dioxide emissions are performed as global warming countermeasures. We use sensors and record environment in the indoor and electric power consumption in the indoor. In a house, the sensors measure the temperature, humidity, intensity of illumination. The measured elements are related to human action and living environment closely. And we build the social life log to practice a new ecological lifestyle in the home. The social life log gives a versatile viewpoint about one action record by connecting the life logs that are personal activity records. This paper suggests a system to carry out a new ecological lifestyle to attach great importance to human comfort, and describes sensing devices and social life log to realize a system.

1. はじめに

現在、地球温暖化対策の取り組みが数多く行われている。地球温暖化対策の代表的な例として二酸化炭素排出量削減がある。二酸化炭素排出量の削減のために我々が行うことができることは化石燃料ではないエネルギーを使用することとエネルギーを効率よく使用し、消費を抑えることである。そこで、我々はエネルギーを効率よく使用し、消費を抑えることに着目する。

家庭の生活において、人が使用する資源は電気とガスと水道である。中でも、最も頻繁に利用される資源は電気である。家庭内において電気をよく使用する家庭用品、すなわち電気機器はエアコン、照明、冷蔵庫などである¹⁾。本研究において、我々は電気機器が消費する電力量を測定する。継続して計測することで運転時および待機時の電力消費量を知ることが可能である。

日本におけるエコライフのための活動において、エアコンの温度を夏は28度、冬は20度と設定することが推奨される。しかし、この設定では暑過ぎる（または寒過ぎる）と思う人も存在し、実際には、この温度設定が守られていないことも多い。このような我慢を強いる目標ではなく、現状を把握および分析した上で提示する新たな目標を提示するシステム構築が本研究の目的である。

人間の快適さを情報として得るには、室温だけでなく、様々な情報が必要である。また、快適さだけでなく、資源が正しく使用されているか判断するための情報取得も必要である。本研究では、様々なセンサーを用いて室内環境を測定する。現在、人間の生活環境および生活スタイルは多様化しているため、例えば現状を正確に把握できたとしても、画一的なエコライフ教育では各人の利用状況に合わないと言える。そこでソーシャルライフログシステム²⁾を適用し、利用状況による分類を行い、生活環境や生活スタイルにマッチしたエコライフ実践例を提示できる環境構築を図る。近年、電気給湯器や家庭で発電し余熱で給湯する機器、家庭用燃料電池などの省エネ機器が販売されているが、一般の利用者はどの機器を導入すれば良いのかわからない。この場合において、ユーザーにどの機器を導入すれば良いかの提案を行うことができるシステムを構築する。

^{†1} 東洋大学総合情報学部

2. 関連事例

2.1 川越市エコチャレンジファミリーイベント

川越市は、家庭内の使用電力量や電気代がその場でわかる機器や個別の電気機器の消費電力を測定する機器を使用して、市民に各家庭における電力消費を知り、省エネ活動を促進させる活動を行った。残念ながら使用された機器は人間によって測定されるため、家族の不在、測定のし忘れにより正確に情報が測定されないことが発生する。また、リアルタイムでの測定を行うことができないので、いつ無駄が発生させたのかを把握することが困難である。さらには家庭環境の情報を同時に取得していないので、無駄が発生させた原因や人間の行動を把握することができないう。活動の最終的な判断を人間が行うので、効率の良い方法を求める判断ができにくく、我慢を強い活動が決定しがちになってしまう。

2.2 財団法人省エネルギーセンター・生活の省エネ活動

財団法人省エネルギーセンターでは、工場やビルなど様々な環境における省エネルギー活動の推進を行っている。家庭においては「生活の省エネ」と題して、省エネルギーのための電気機器の利用方法の推奨を行っている。また、現在のエネルギーの消費量を金額で知らせると共に、利用者自身が決めた省エネ目標を超えるとお知らせし、利用者自身がどのように省エネをするのか判断させる機器である省エネナビを利用して、使用するエネルギー量の減少させる取り組みを行っている。しかし、電気機器の利用方法については画一的な手法を推奨しているため各家庭にマッチした手法であるとは言えない。また、省エネナビにおいても電力使用量だけを測定しているため、電気機器の利用に対して住環境がどのような変化しているのか確認することはできない。よって、どの機器が無駄が発生させているのか、いつどのようにして機器を無駄に使用したのか判断ができない。すなわち各家庭に見合った省エネ手法を提示することができないため、その結果我慢することだけで省エネを達成するように利用者は活動する。一部には省エネルギー活動をあきらめてしまう利用者も発生してしまう。

2.3 産業用消費電力測定器

工場などの産業用消費電力測定器は、様々なベンダーによって開発されている。また、情報取得後に無線を使用して情報の送信を行うなど、便利な機能を持つ製品もある。しかし、測定器は電力線をつかむ型式のクランプ型であるので、家庭用に利用することは難しい。家庭で使われる電気コンセントに接続するような型式のものではないので、家屋の改造が必要であることや、美観を損ねるなど、一般家庭向きとは言い難い。

3. 家庭内における環境測定

3.1 消費電力量の測定

本研究では、家庭全体の電力使用量を測定するのではなく、電気機器ごとに電力使用量を測定することとした。これはどの電気機器が使用されているのか、どの電気機器が多くの電気を利用しているのか、またどの電気機器の待機電力が多いのかを測定するためである。また、機器の操作によって人間がどこにいるのかを大まかに知ることが可能である。そこで電気機器の電力使用量を随時測定し、測定値を送信する計器を製作する。測定値の通信手法においてはPLCを採用する。この計器を図1に示す。図1は、エアコンのコンセントを計器に接続し、計器をコンセントに接続する状況である。

3.2 温度、湿度、照度の測定

人間の快適さを感じる感覚（体感温度）は温度だけでなく湿度や風速、日照にも影響される。さらには人によって感じ方はまちまちである。そこで我々は、温度および湿度を測定することで人間の快適さを判断する要素を得る。家庭における生活において照明は不可欠である。しかし、

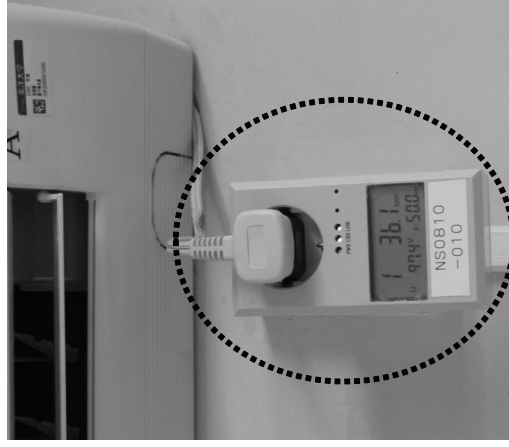


図1 電力使用量測定器

Fig.1 Power consumption measuring instrument.

人間のいない部屋で照明をつけたままにしていることや日照だけで照明が充分であるのに照明を使用することは無駄である。そこで我々は、照明を測定することとす。また、エネルギー効率の良い電球を使用した場合、消費電力量が異なるが照度は保たれることを確認することが可能である。温度、湿度、照度を随時計測するセンサーを試作する。図2にその試作サンプルを示す。試作品は各センサーを集約したものでありPCへはUSBを介して接続する。

3.3 環境測定実験

製作した計器を用いて、屋内の環境を24時間測定した。計測対象となる部屋は約20平方メートルの実験室であり、実施時期は冬季である。計測対象となる電気機器はエアコンおよび加湿器である。電気機器の利用状況を計測すると同時に室内の温度、湿度、照度を計測した。計測結果の時間遷移を図3に示す。図3において、グラフの横軸は0時0分から23時59分までの時間で各センサーおよび計器の値を同期させている。

センサーおよび計器からの情報によって室内における人間の活動時間が容易に理解することが可能である。また、エアコンを使用しているのに、室温が変化しない場合は、窓が開いていることなどの無駄な行為が行われていることが確認できる。室温を上昇させているのに、湿度が下がっている場合には、加湿をするよう案内することも可能となる。エアコンを使用する必要のない季節においては、照度を判断要素とすることができる。また、こまめに照明の操作（オン/オ

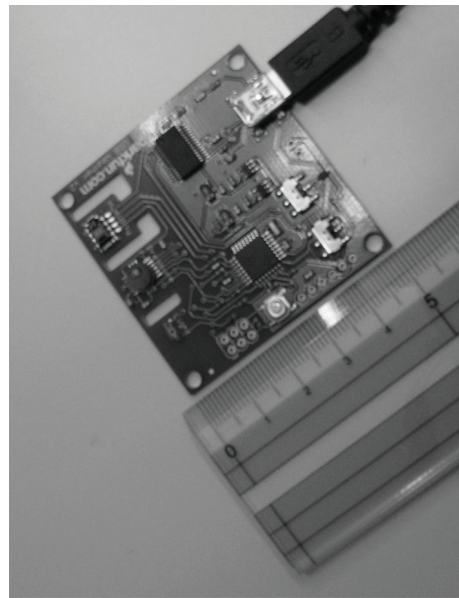


図2 温度、湿度、照度を計測する試作品

Fig.2 The trial model to measure the temperature, the humidity, intensity of illumination.

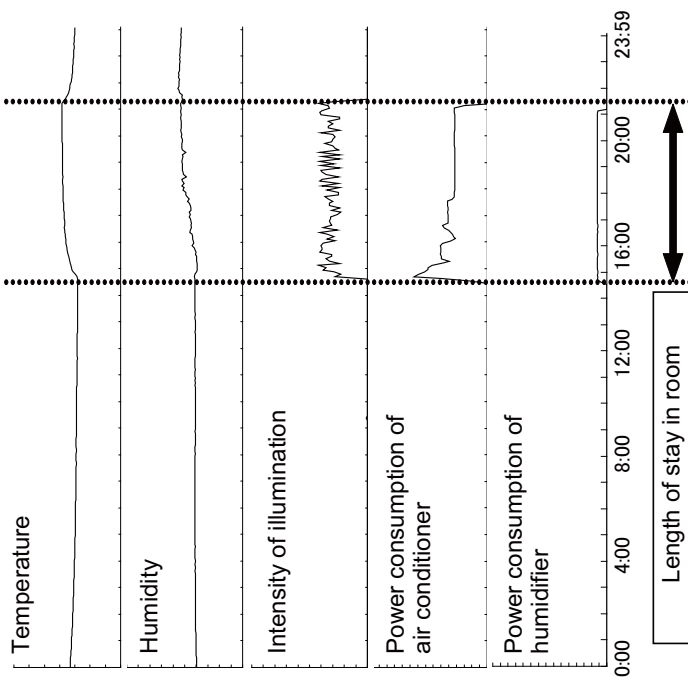


図3 測定結果 (1日分を計測)

Fig.3 The experimental results (a full day sensing).

フ)をおこなっているかどうかの判断も可能となる。

計測データをデータベース化することによって、家庭における人間の活動状況や電気機器の適正な利用状況を記録することができる。しかし、1つの家庭だけでの情報記録しかできない、より効率の良い活動を促進するためには、他の家庭の情報も必要である。さらには、家の広さや生活スタイル、居住地域が同じくらしい家庭の方が、活動の効果が向上する。このような事柄を考慮すると生活スタイルや家屋情報によって情報を分類することができるシステムが必要となる。

4. ソーシャルライフログ

4.1 概要

ソーシャルライフログは、ライフログを共有するシステムである。ライフログを共有することで、1つのイベントを多観点から観測できる。また、視点数を制限すればログ量を削減できる。ソーシャルライフログはライフログ同様に多様なログを収集し、それらを相互に関連付けず。さらに、ソーシャルライフログでは、あるユーザーのログが別のユーザーのログと関連付けられることがある。

このようなソーシャルライフログを実現するには、sensing, logging, searchingの機能が必要である。Sensingでは、さまざまな情報源からさまざまなデバイスを用いて記録する。本研究では、電力量計および家庭内環境を測定するセンサーを使用する。static WebはInternet Archivesやproxy/cache serverなどから入手する。Googleも巨大なキャッシュサーバと考えることができる。Dynamic Web(CGM)はBlog, Wiki, RSSなどから取得する。センサーでは取得できない屋外の環境情報(外気温, 湿度, 天候など)の情報を取得する。

Loggingでは、データを記録し、関連付ける。個人の行動履歴を再現できるように整理する。また、ソーシャルライフログでは、他者との関係を考慮し、行動を共にする他者を仲間とみなし、ログを共有する。仲間同士でログを共有する場合、ログ量を削減することもできる。ソーシャルライフログでは、多数のライフログを記録する。そのためには大容量のストレージを必要とする。著者らは大規模ストレージを構築するためのツールキットを開発した3)。

Searchingでは、ログを検索する。本人のログだけでなく、許可された他人のログを検索することも許す。ソーシャルライフログにおける検索は本質的にTPOに依存する。情報を時間属性に基づき検索することを時間的検索という。実ユーザーは時空間を共有する他者と社会的な体験を共有する。時空間を共有する度合いは仮想の度合いに反比例する。仮想ユーザーは時空間に依存せず体験を共有することがある。我々のソーシャルライフログは原則として実ユーザーのみを対象とする。

4.2 システムアーキテクチャ

ここでは、Social Life Logのシステム構成について述べる。このシステムは3つの部分で構成される。Sensor, logger, searcherである。

Sensorはsocial life logに情報を供給する。Pullとpushの2種類の手法で供給する。Pull方式ではインターネットなどの情報源から必要なデータを引き出す。我々はcrawlerやRSS readerもsensorとして考える。Crawlerはweb(internet archive/proxy), blog, video/photo

sharing site, online GIS(Google Maps/Earth), mailなどを取得する。一方、push方式では、デバイスが能動的にデータをセンサーに送りつける。本システムでは、温度, 湿度, 照度, 消費電力量計が当てはまる。

Loggerはライフログを記録する。一部のログは後述の監査システムで処理する。検索などに再利用するログはイベントの種類に応じてデータベースに保存する。データベースでは他のイベントと関連付ける。

ライフログは監査システム(audit system)としても利用される。監査では証拠が重要な意味を持つため、生のログを保持する。ねつ造を防ぎ、ログの正当性を保証するため、暗号化して記録する。Loggerバックエンドは、ログ間の関連付けを行い、検索可能なインデックスを作成する。ログから必要な情報を自動的に抽出し、データベースに蓄積する。抽出困難なログ間の関連はユーザーによって定義される。本人らが同じ仲間であると認識していれば、ログを共有することができる。仲間としての認識は事後でもよい。同意された時点でログが共有され、共有情報が抽出される。ライフログは膨大な量となるため、大容量ストレージが必要となる。しかし、アブライアンス・ストレージは高価であるため、対投資効果が低い。GoogleではPCクラスタを用いて大容量ファイルシステムGFSを構築している。HadoopはGFSクローンのOSSである。我々はHadoopを用いてソーシャルライフログのためのストレージを構築する予定である。ただし、我々のソーシャルライフログの試作はGoogleより小規模である。CPU性能よりHDD容量を優先する。我々は必要な容量とそのための高信頼性をVLSD(Virtual Large Scale Disks)[2]を用いて実現する。VLSDはPCグリッド上にデータグリッドを構築するためのツールキットである。100組み合わせを実現できる。PCの空き容量を統合することで大容量ストレージを実現する。試作システムでは仮想的に4EB-1Bを実現した。これはJavaのlong整数で表現できる上限である。

4.3 時間的探索

ソーシャルライフログでは時間的探索が重要である。時間的探索を実現するために、我々はCSE4)-5)の時間的探索を採用する。CSEの時間的探索はJ.F.Allen6)によって提案される時空間論理に基づいている。

ソーシャルライフログにおける検索対象は時間的に3種類に分類される。第1は時点事象である。時間軸の1点として表現される事象を意味する。例えば、WebページやRSS、静止画などが該当する。あるページの時点 t_0 とすると、そのページの発生した時点の意味する。ただし、収集過程に時間差があると真の発生時とは限らない。第2は時区間事象である。時間の区間で表現される事象を意味する。データの区間を $[t_0, t_1]$ とすると、そのデータは時間 t_0 に記録を

開始され、時間 t_1 に記録を終了されたことになる。ソーシャルライフログではこれらの事象時間間をメタデータとして管理する。第3は内部事象である。これはファイルの内部に記述された時間情報に基づく事象である。例としてログがあげられる。ログの時間情報は形式に依存するため、高度な柔軟性が要求される。ログファイル自身は第2の時区間事象に分類される。

5. 新しいエコライフを行うためのシステム

5.1 システム構成

前述の電力使用量測定器および各種センサーは図4に示すとおり、測定情報をホームサーバへ送信する。電力使用量測定器によって得られた測定情報はNCU(Network Control Unit)を介して、LANによってホームサーバへ送信される。各種センサーはUSBによってホームサーバへ接続され、随時測定情報が送られることとなる。

電力使用量測定器にはどのような電気機器が接続されているか初期の段階では不明である。しかし電力使用量とセンサーから得られる環境の変化の情報によって、ある程度の推測は可能であると考えられる。

ホームサーバはインターネットを介してソーシャルライフログへ一定時間蓄積したログを送信する。送信にはSSLを利用した暗号化通信を行う。ソーシャルライフログはホームサーバからのログを収集するだけでなく、Webに存在する有用な情報(県や市ごとの天気、外気温、

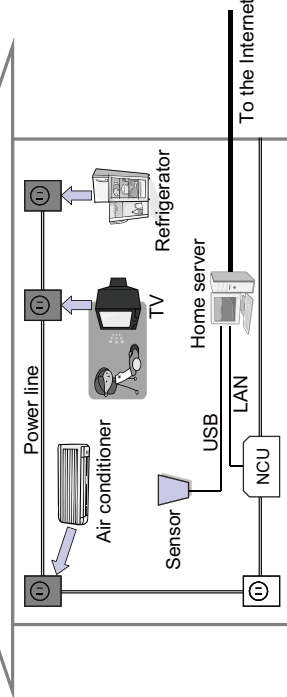


図4 電力測定器およびセンサーからの情報収集
Fig. 4 Collecting logs from the sensor and measuring instruments.

外気の湿度)も収集する。これは収集した情報を環境ごとに分析するための重要な情報となる。利用者への情報の配信においてはソーシャルライフログからWebを介して行う。

5.2 初期登録情報

ソーシャルライフログにおいて、利用者の環境に応じた分類を行うために利用者は以下の家庭固有の情報を登録する。

- ユーザー名 (実名ではない)
- 居住地域 (県や市)
- 住居面積
- 間取り
- 家族構成

これらの情報によって、同じような住環境、ライフスタイルに応じた情報の分類および分析が可能となる。そしてソーシャルライフログは利用者の環境にマッチした情報を提供する。

5.3 収集データの活用

ソーシャルライフログの利用により、各家庭固有の情報(広さ、間取り、居住地)や各家庭から収集された情報を利用して、エコ活動に対する情報を各家庭の状況や居住者のライフスタイルに合わせて提供することが可能となる。また、新しい電化製品の購入、住宅建材の導入、省エネ機器を導入する際には、どの程度省エネができるのか、エコに貢献できるのかを各家庭ごとに予測することが可能となる。省エネペニング制度にみられるような、ある一定条件から算出された省エネ基準達成率や通年エネルギー消費効率から各家庭に見合った現実的な数値にして提示することも可能となる。また、家庭生活の習慣なども記録されるので、生活や健康の管理も十分に検討可能である。

継続的な測定と情報の蓄積は、家庭1戸の情報だけでも多用途に活用可能であるが、他の家庭の情報との共有により、非効率な機器、不経済な行動の記録、省エネ機器導入後の記録、エコへのグッドプラクティスの記録など、自宅の現状との比較をすることにより、自身への新たな活動プランを検討することが可能となる。

6. 今後の展開

本章では、本システムを実現する上での問題点について、他の分野への応用について検討する。初めに、プライバシーの問題について検討する。一般のライフログにおいて個人の活動が対象となるのでプライバシーの問題が密接に関係するが、本システムでは、主な対象が屋内情報であり個人ではない。mixiのようなSNSサービス同様にユーザーが公開する個人情報进行操作

することを可能にする。しかし、居住地においては州、県、市などの大まかな情報は必要である。この情報がない場合、情報共有の有効性が低下してしまうことにつながる。また人感センサーの利用は個人ではなく家庭内で活動する人として認識されるため、個人の特定には至らないと考えられる。本システムにおいて初期登録情報は個人を特定するような情報を極力排除しているが、利用者が許可しない限り公開しない方針をとる。初期登録情報はログの分析には必要であるが、情報共有においては親族などの関係者同士で共有したい場合を除き、必要としない。必要とするのはあくまでも利用者と同一ような環境の他の利用者のログである。システムから利用者には有益な情報を提供する場合においても「誰か」のログとして利用者を特定することは行わないこととする。

第2に情報取得であるセンシングについて検討する。現状では、温度、湿度、照度、電気機器の消費電力量をセンサーより取得している。しかしながら季節や時間帯によっては、電気機器を全く使用しなくとも生活が可能となる。このような状況下で、人間が家屋内にいないことを判断するには人感センサーおよび生活音を取得するマイクが必要である。生活の音声自体を収集するのではなく、音量のみを取得すれば、前述のプライバシーの問題も回避できる。各種センサーからホームサーバーへの伝送手段については、現在はPLCおよびUSBを使用しているが、無線による伝送も検討する。センサー設置の位置的自由度が向上することにつながる。

最後に他の分野への応用について検討する。家屋内の情報を取得することから一人暮らしの老人のログを監視することで、一人暮らしの老人の孤独死を未然に防ぐことも可能である。つづいて、防犯システムへの転用も検討する。侵入者がいた場合には通常の生活ログとは異なる情報が得られることが考えられる。窓や玄関にセンサーを設置する現在の防犯システムとは異なるシステムを構築できる。

7. おわりに

本論文では家庭におけるエコライフのためのソーシャルライフログの応用システムを提案した。現状、sensor部分では温度、湿度、照度、消費電力量の情報を得るセンサーが動作している。また、logger部分では、ストレージが動作している。Searcher部分では、キーワード及び時間検素が動作している。今後はSearcher部分において、家庭内における人間のエコライフを行うための情報分類が可能となるように、具体的なキーワードの検討などが考えられる。さらにシステムのその他の部分を実装し、アプリケーションを開発する。その後、ログの収集を開始する。

参考文献

- 1) "synthesis energy statistics", Japanese Agency for Natural Resources and Energy, 2006
- 2) Makoto Murakami, Motoi Yamagiwa, Minoru Uehara: "Sensing, Logging and Searching for Social Life Log", In Proc. of International Workshop on "Sensing Web" in conjunction with the 19th International Conference on Pattern Recognition (ICPR2008), (Tampa, Florida, USA, 2008.12.8)
- 3) E. Chai, M. Uehara, and H. Mori. Evaluating performance and fault tolerance in a virtual large-scale disk. In Proc. of 22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA2008), pages 926-933, March 2008.
- 4) N. Sato, M. Uehara, and Y. Sakai. Temporal information retrieval in cooperative search engine. In Proc. of 6th International Workshop on Network-Based Information Systems (NBIS 2003), in conjunction with the 14th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA2003), pages 215-220, September 2003
- 5) N. Sato, M. Uehara, and Y. Sakai. Temporal ranking for fresh information retrieval. In Proc. of 6th International Workshop on Information Retrieval with Asian Language, pages 116-123, July 2003.
- 6) J. F. Allen. Towards a general theory of action and time. Artificial Intelligence, 23:123-154, 1984.