

ユビキタスセンサを用いたライフログの蓄積と利用

前川 卓也[†] 柳沢 豊[†] 岸野 泰恵[†]
亀井 剛次[†] 櫻井 保志[†] 岡留 剛[†]

環境生成コンテンツ (EGC) とは環境に埋め込まれたセンサにより得られた生データから自動的に生成されるコンテンツである。大量の生データをテキスト、グラフ、図などのコンテンツに変換することで、それらの検索や閲覧を容易にすることができる。本稿では、行ったアンケート調査の結果やライフログ・経験共有に関する従来研究の知見を基に EGC 提供システムの設計指針を提案し、それに基づき EGC 提供システムのモノブログシステムを実現する。モノブログシステムは、屋内のモノや家具などにセンサノードが添付されている環境を想定しており、その環境において擬人化されたモノが自身に起こったイベントや、その日のユーザによる使われ方に関する Weblog エントリを Weblog に自動的に投稿する。

キーワード ライフログ, ユビキタスセンサ, ユビキタスコンピューティング, ウェブログ

Storing and Utilizing Lifelog by using Ubiquitous Sensors

TAKUYA MAEKAWA,[†] YUTAKA YANAGISAWA,[†] YASUE KISHINO,[†]
KOJI KAMEI,[†] YASUSHI SAKURAI[†] and TAKESHI OKADOME[†]

Environment generated content (EGC) is automatically generated from raw sensor data that are obtained from the environment. Converting a volume of raw sensor data into content including texts, graphs, and figures enables us to search and browse the data easily. The EGC design guideline based on our questionnaire results, studies of lifetime logging, and studies about experience sharing enables us to provide EGC services for daily living. As an EGC service application that follows the design guideline, the Object-Blog presented here is a system in which personified objects automatically post weblog entries to a weblog about sensor data obtained from sensors attached to the objects.

Keywords Life-log, ubiquitous sensor, ubiquitous computing, weblog

1. はじめに

これまでに、Vannevar Bush による Memex⁴⁾ において提唱されたビジョンから多くの研究が生まれてきた。文献 4) において提唱されたビジョンとは、全ての日常の事象 (画像や映像、ドキュメントなどの人工物) を将来のために蓄積し、それらを関連付けることである。例えば、MyLifeBits は、写真、動画、音声など、ユーザがキャプチャしたファイル全てを蓄積し、それらに対する検索手段などを提供している⁶⁾。また、ユビキタス技術の進展により、環境に設置されたカメラ、マイク、電子黒板などのキャプチャデバイスを用いて、講義やミーティングといったイベントの蓄積や

支援を行うアプリケーションも実現されている^{1),13)}。

一方で、ユビキタスセンサ技術の進展により、様々な日常物や家具に添付できる小型のセンサ (RFID タグ、加速度センサ、温度センサなど) や、ドアやキャビネットといった家具に取り付けるための専用センサなどが登場し、家具やモノの利用、モノの周辺の現象の観測などが行えるようになった⁷⁾。また、生活行動 (ADL: Activity of Daily Living) の推定アルゴリズムにより、ユーザがどのような行動を行っているか (お茶をいれている、掃除機をかけているなど) の推定を行う高度なセンサデータ処理が実現されてきた¹⁴⁾。

つまり、以上のようなユビキタスセンサ技術の進展により、自動的に屋内の日常生活の観測、理解することが可能となってきた。近年のストレージの低価格化により、そのようなセンサが観測したデータの全てを

[†] NTT コミュニケーション科学基礎研究所
NTT Communication Science Laboratories

保存することで Bush によるビジョンを実現することも不可能ではないだろう。しかし、Ramesh Jain は、将来のユビキタスセンサ環境では、生データをただ記録し続けてもユーザにとって有用ではないとしており、生データを意味のあるデータイベントとして出力する必要があるとしている⁸⁾。さらに、Jain はそのようなデータイベントのある種のクロニクルとして集積しユーザに提供すべきであると主張している。このようなクロニクル化されたセンサ情報の提供を実現するためにわれわれがとったアプローチが実世界現象のコンテンツ化である。つまり、生活環境に設置されたセンサやカメラ、マイクなどから得たデータを自動的に解析することで有意義なイベントや統計情報を求め、それらからユーザにとって可読で親しみやすいコンテンツを自動的に作成する。このように、環境から生成されたコンテンツをわれわれは環境生成コンテンツ (EGC: Environment Generated Content) と呼んでいる。作成されたコンテンツは、記憶補助、生活の向上、セキュリティ、コミュニケーションのための媒体として後に利用される。本研究の目的は、EGC の生成・蓄積・提供を実現するための要件をまとめ、それに沿って EGC 提供システムの設計・実装を行うことである。Bush は全てを蓄積することを提唱していた。われわれは、ユビキタスセンサ技術により全てを自動的に蓄積し、さらに、蓄積された膨大な生データを自動的にコンテンツ化して提供する。

これまでに、ミーティング、講義、学会会議、戦場、Web ブラウジングなど特殊な環境での記録に関する研究は多く行われてきた^{6),15)}。また、ウェアラブルカメラとウェアラブルセンサを用いて、ユーザの日常生活の中の特徴的なイベントのみを記録したビデオクリップを作成する研究なども行われている²⁾。しかし、屋内日常生活においてユビキタスセンサを用いて日常イベントを記録し、さらに記録したイベントへのアクセスを可能にする包括的なライフログシステムはほとんど表現されてこなかった。そこで本稿ではまず、アンケート調査により、ユーザが日常生活においてどのようなデータの記録を望んでいるのか、そのデータにどのような特徴があるのかを明らかにすることで EGC 生成を実現するシステムの設計指針を作成する。調査の結果、大量のコンテンツが毎日のように生成されることや、生成されたコンテンツが大まかに分けて記憶補助、生活の管理、情報共有の 3 つの目的に用いられることなどが明らかになった。大量のコンテンツを扱いつつ、3 つの目的を提供するようなシステムを実現するため、EGC の蓄積・管理・提供に関する 6 つの

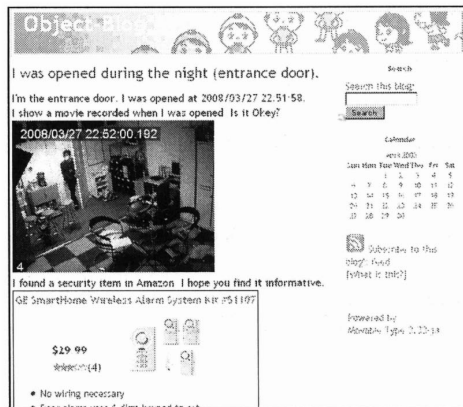


図 1 深夜にドアにより投稿されたエントリ。

Fig. 1 Entry posted by a door during the night.

要件を、調査により得た知見やライフログ・体験共有に関する従来研究を基に提案する。そして、6 つの要素と設計指針に基づき EGC 提供アプリケーションの一つであるモノブログ^{*}を設計・実装する。モノブログでは、屋内のモノや家具などにセンサノードが添付されている環境を想定しており、その環境において擬人化されたモノが自身に起こったイベントや、その日のユーザによる使われ方に関する Weblog エントリを Weblog に自動的に投稿する⁹⁾。図 1 は、深夜にオフィスのドアが使われたときに書き出された Weblog エントリである。ドアが一人称で自身に起こったイベントに関するレポートを投稿している。図 2 は、ある日の環境の温度変化の様子を示す動画を含むエントリである。モノブログではこのようなエントリが自動的に投稿される。

2. EGC の提供にむけて

2.1 アンケート調査

EGC 生成システムの設計指針を得るため、ユーザがどのようなデータの記録を望んでおり、それらにどのような特徴があるかを知る必要がある。16) では、アンケートによりどのような記録・利用のためのアプリケーション (Capture and access application) があれば便利かを調査している。しかし、このアンケートは別のアンケートの補足として行われたもので、提案されたアプリケーションの数は 10 程度と少なく、また、音声入力によるユビキタスメモパッドの提案など、ユーザによって能動的に行われる記録アプリケーションも含まれているため、環境埋め込みセンサによ

^{*} <http://www.kecl.ntt.co.jp/csl/sirg/people/maekawa/egc/>

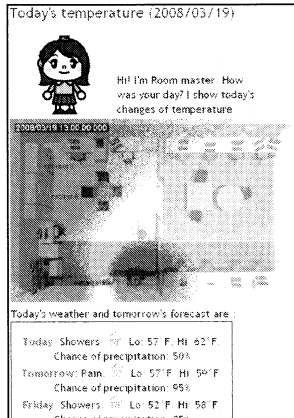


図 2 部屋の一日の温度変化の様子を報告するエントリー。
Fig. 2 Entry that reports temperature change of a day.

る自動的な記録を行う本研究の目的とは合わない。そこで、われわれは 5 人の男女（研究者でない）の参加者にどのようなデータを記録すればどう便利かを尋ねる 90 分の自由想起式アンケートを行った。ただし、アンケートの前に、現在までに市販されているセンサの種類やセンサデータを用いた行動推定技術の進歩などについて説明し、それらの技術を用いて様々なユーザの行動が検知できる屋内環境を想定してもらった。

アンケートでは重複を除いて 66 種類の記録を望むデータ（とそれを用いたサービス）が得られた。それらのデータは、モノに関連するデータ (75.8%)、人に関連するデータ (21.2%)、そして、場所に関連するデータ (3.0%) に分類できた。モノに関連するデータとは、モノに関する行動やモノそのものの状態や利用に関するデータであり、例えば、“毎日会社に履いて行った靴を記録する。靴は一度履いたら数日履かないほうがよいので、続けて履かないように”などが得られた。人に関連するデータとは、人の状態に関するデータであり、例えば、“睡眠時間を記録すれば、その管理やバイオリズムが確認できる”などである。場所に関連するデータとは、場所の状態に関するデータであり、例えば、“部屋の気温を記録しておけば、後で気になったときの確認や、冷房によって冷えすぎる場所が分かる”などである。Dey ら⁵⁾は、被験者が望むコンテキスト依存型アプリケーションをアンケート形式で調査しているが、その調査でもモノに関連するデータの数が多数を占めており（例えば、“When my alarm clock goes off, turn the volume up louder than normal. But when I wake up, turn it down to normal.”）ユーザは環境内のモノに注目しているとしている。われわれ

の結果も Dey らの結果と合致する。

データの用途（サービス）を分析した結果、その目的は記憶補助 (51.2%)、生活の管理 (83.3%)、そして情報共有 (22.7%) に分類できた。生活の管理とは、蓄積されたデータを用いて生活の改善を行ったり、生活行動や環境を監視したりすることである。また、情報共有とは、環境にいるユーザ間で情報や経験の共有を行うことである。ただし、多くのサービスが複数の用途をもっていた。例えば、“食べた料理を記録する。昨日何を食べたかを思い出せないことは多い。栄養のバランスを考えてメニューを決めるため、同じようなメニューが続かないように配慮できる”の例は、記憶補助と生活の管理の二つの用途をもつだろう。また、“音楽鑑賞の記録。誰がどんな CD が好きか分かる”の例は、情報共有だけでなく記憶補助にも使えるだろう。“花への水やりの記録をする。水やりのペース管理のため。複数の人が住んでいる場合、過不足が生じる可能性がある”の例は、生活の管理と情報共有の用途があるだろう。

また、それぞれのデータを吟味したところ、ほとんどが定期的 (87.9%) もしくはユーザの要求 (93.4%) により統計情報などを計算し、コンテンツ化され、ユーザに提供されるものだった。例えば、“トイレの回数を日ごとに記録すれば、健康状態やお通じの管理ができる”などである。これを実現するためには、週ごとにその週の日ごとのトイレの回数をまとめたレポートを発行したり、ユーザが便秘について気になったときに過去 X 日の日ごとのトイレの回数をまとめたレポートを要求したりすることが考えられる。以上の結果が示すとおり、ほとんどのデータは定期的にコンテンツ化されることが分かった。今回の調査では 66 種類のデータが得られたが、そのうちの 87.9% が定期的に（例えば 1 週ごと）生成されるだけでも膨大なコンテンツが生まれることは明らかである。一方で、あるイベントの発生によりそのイベントに関するコンテンツが生成されるサービスが 21.2% あった。例えば、“来客の管理。深夜など変な時間帯の出入りを記録すれば便利”など。

また、アンケートで得られたサービス全てにおいて見られた特徴として、参加者の環境のみでしか意味がないような、ドメイン依存なサービスは見られなかった。例えば、“人の移動”や“部屋の気温”や“食事の時間”など、どの環境でも取得でき、どのユーザにとってもある程度意味があるデータを利用していた。また、今回は 5 人の参加者にアンケートを行ったが、72.8% のサービスが他の参加者の書いたサービスと重

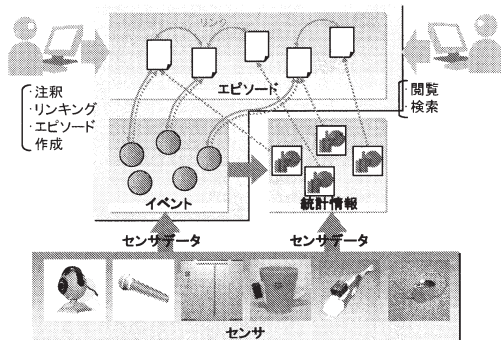


図3 EGC 提供システムのコセプト.

Fig. 3 Concept of environment generated content service.

複していた。一方で、5)で行われたユーザが望むコンテキスト依存型アプリケーションを明らかにするための調査では“During parties, usually play hip hop, going out music”や“When close friends are over, they know a lot of my music, so I'd like to expose them to some new quirky stuff”など、参加者の好みが大きく反映しているサービスがいくつか得られている。これは、われわれの調査が環境のための（環境にいる自身を含む家族や同僚のための）記録システムに焦点を合わせていたことに対し、5)では参加者の好みを大きく反映するであろう個人のための記録システムに焦点を合わせていたことによるためだろう。

アンケートから得られたその他の知見については、10)を参照して欲しい。

2.2 EGCの蓄積・管理・提供のための6つの要件

ユビキタスセンサ環境においてライフログアプリケーションを構築するために重要なことは、大量のデータをいかに蓄積し、ユーザに提供するかである。EGCを蓄積・管理・提供するシステムを構築する際の重要な6つの要素を以下に述べる。

- **コンテンツ生成:** 前述のように生データをユーザにとって有意義なものに変換して蓄積・提示すべきである⁸⁾。われわれは言語、グラフ、図表などを用いることでEGCを作成する。図3はEGCの生成からユーザによる利用までを図式化したものである。図3の中心から下部は、センサデータ解析から得られたイベントや統計情報から自動的に作成されるコンテンツを示している。以降では、この一つのコンテンツをエピソードと呼ぶ。ここで、イベントとはセンサによって検知された、ドアが開かれた現象や、ユーザがお茶をいれているADLなどで、統計情報とは、例えば、あるモノ

に添付された気温の一週間の変化や、日ごとの水遣りをした回数などである。

- **検索・グループ化:** 大量データの管理はWindowsのファイルシステムにおけるフォルダのような階層的構造から検索やラベリングによるグループ化に変わりつつある(Gmail, Macintosh スポットライト, Windows デスクトップサーチなど)。大量のエピソードを検索するためのインタフェースをユーザに提供することは必須である。Web 検索エンジンのようなキーワードによる簡単な検索や関連検索を実現することが望ましい。一方で、物事を多角的な観点から観察することは、観察対象に対する理解や洞察を深めてくれると言われて⁶⁾いる。エピソードの検索結果を時系列に並べたり、イベント検索の結果をイベントの種類ごとに表示するなど、さまざまな可視化方法をユーザに提供する必要がある。
- **サマリ:** 常にイベントや変化が起きている環境において検索の機能のみでは、重要なイベントや変化の発生を見逃してしまう。たとえば、雑誌の目次や、ニュースサイトのインデックスのようなサマリが必要だろう。
- **共有:** 記録された経験、記憶、知識の共有を目的とする研究は多い^{11),12),13)}。同じ環境に属するユーザ間での体験共有はそれらのユーザ間のコミュニケーションや相互理解の促進につながるだろう。共有の実現のため、作成されるエピソードはアクセス性の高いメディアで提供されるべきだ。
- **アノテーション:** テキスト形式でないメディア(動画やグラフなどとして出力されたエピソード)の検索にはアノテーションが必須である⁶⁾。テキストとして出力されたエピソードであっても、ユーザがそのエピソードに関して思っていることなど、センサでは取得できないことを注釈できれば、後の利用に有用である。
- **リンク:** ユーザがあるエピソードを参照して新しいエピソードを作成したとき、それらの間に2方向リンクがあれば、エピソードの起原や子孫を辿ることができる。また、エピソードがイベントを参照して作られたとき、それらの間に2方向リンクが張られるべきだろう。12)では、タンジブルインタフェースを用いて、複数のキャラクタの視点からの話題を提供するシステムを実現している。あるイベントに関する様々な視点からの意見はユーザにそのイベントの全体像を把握させることができる。例えば、ある一つのイベントに関し

て多数のユーザがエピソードを書いていたとする。もし、そのイベントとエピソード間にリンクがあれば、様々な視点からのイベントの捉え方をユーザに提供できるだろう。

図3に関して補足を行っておく。イベントは、センサから得られるデータストリームをリアルタイムに解析することで自動的に求められ、ストアされる。一方で、統計情報は、エピソードを作成する際に求められる。例えば、ある一週間の水遣りの回数をレポートしたエピソードをシステムが自動的に作成するとき、日ごとの水遣り回数に関する統計が計算される。統計は、対象とする期間（日ごと、週ごと、月ごとなど）と対象とするセンサデータの組合せが膨大に考えられるため、イベントのように自動的に求めない。また、統計は生データもしくは既にあるイベントからも計算される。

3. モノブログシステム

3.1 環境

モノブログシステムはわれわれの実験環境上で実現する。実験環境は8つのビデオカメラと2つのマイクや、生活に必要なさまざまな家具・家電を備えている。われわれは、この環境内にあるドア、引き出し、カップ、コーヒーマーカー、ジュース、じょうろ、スリッパ、歯ブラシ、ポットなどの50のモノにわれわれの開発したセンサノードを添付した。われわれは、アンケートにより得られたサービスのうち現在の技術で実現可能なものに関するモノにできるだけセンサノードを添付するようにした。センサノードは3軸加速度センサ、温度センサ、照度センサ、方位センサを備え、約30HzでサンプリングされたセンサデータをZigBeeモジュールを介してデータサーバへリアルタイムに送信できる。

3.2 設計

アンケートにより得た知見や従来研究を基にした6つの指針から、モノブログを設計した。モノブログの設計において特に重要な4つの要点、Webコンテンツ化、モノに注目した設計、ルールベースシステム、そして、簡便な導入について説明する。

- Webコンテンツ化: 過去の多くの生活記録のアプリケーションが経験やイベントの共有を目指していたこと、アンケートにより情報の共有を実現するサービスがみられたことから、アクセス性が高い特徴をもつWeb上にエピソードを書き出すこととする。近年ではWebページ上に音楽や動画などのマルチメディアコンテンツを貼り付けるこ

とは当たり前となっており、記録した音声や動画を貼り付けることも可能だろう。一方で、このような記録のためのアプリケーションはプライバシーの問題を内包している。しかし、このようなアプリケーションでは情報が記録されているかどうかではなく、記録した情報に誰がアクセスするかがプライバシーの問題で重要とされており³⁾、Webでは既に個人の認証が可能なベーシック認証や証明書による認証など様々なアクセス制御技術が実装されている。

また、今回の実装ではユーザの体験を書き出すための最もポピュラーなツールの一つであるWeblogをエピソードを書き出す媒体として選んだ。Weblogは、EGCを提供するための媒体として必要ないくつかの要素を既に備えている。まず、Weblogエントリ(エピソード)を日ごとや月ごとにアーカイブしたり、エントリを分類するなど、グループ化を実現する機能を備えている。次に、WeblogのインデックスページやWeblogが配信するRSSなど、エントリのサマリーをユーザに提供する手段を備えている。さらにWeblogエントリに対して、ユーザが簡単にコメントすることができる。ユーザが作成したエピソードに対して他のユーザがコメントをつけることにより、これらのユーザ間でのコミュニケーションや知見・経験の交換・共有ができる。また、センサデータにより自動的に作成されたエピソードに対してユーザがコメントすることで、そのエピソードに対するアノテーション付けを簡単にできるだろう。Weblogにはトラックバック機能がある。トラックバックとは、あるWeblogエントリが他のエントリを参照して書かれたとき、それらのエントリ間を明示的に結ぶリンクのことである。ユーザがあるエピソードを参照するエピソードを作成する際、トラックバックを用いることでそれらの間に容易にリンクを貼ることができる。また、Weblogは貧弱ながらもキーワードによるWeblogエントリの検索機能も備えている。ただし、さまざまな可視化方法などを実現するためには、リッチな検索インタフェースを用意する必要があるだろう。

- モノに注目した設計: アンケートの結果から、参加者はモノ自体、もしくは、その状態や変化に興味をもっていることが分かった。また、過去のコンテキスト依存型アプリケーションに関する調査でも、同様のことが言われている⁵⁾。そこで、われわれが作成するアプリケーションでは、擬人化

したモノが、そのモノに関係するイベントや統計情報をエピソード化して Weblog に投稿することで、モノが体験した経験をあたかも一人称でユーザーに伝えるとする。これにより、Weblog を介して実世界に存在するモノの経験を聞いたり、それに対するコメントを行うなどのインタラクションを実現する。

- **ルールベースシステム:** アンケートの結果から、エピソードは大まかに分けて 3 種類のタイミング (定期的、イベントが起こったら、ユーザーが要求したら) で生成されることが分かった。そこで、われわれは条件とその条件を満たしたときに行われる処理をもったルール (IF-THEN ルール) をベースとして駆動するシステムを実装する。ルールはモノに関連付けられており、条件が満たされると、システムはルール内の処理に基づいてそのモノの一人称形式のエピソードを Weblog に投稿する。条件とは前述の、定期的 (毎週水曜日 24:00 になったらなど)、イベントが起こったら、ユーザーが要求したらであり、システムはこれらの発生を監視している。図 1 に示したエピソードはドアの開閉イベント発生をトリガとしたルールから書き出された。また、ユーザーによる要求は Weblog を介して行われるものとする。つまり、ユーザーがエピソードの作成を要求するエントリを投稿すると、そのエントリに対するコメントとして、要求されたエピソードが投稿されるとする。現段階ではユーザーが書いた自然言語による要求を解析することは難しいため、ユーザーはコマンドを入力するとする。
- **簡便な導入:** 近年のコンテキスト依存型システムのほとんどは、ユーザーが作成し、システムに登録したルール (例えば椅子に座れば、机の照明を点灯させるルールなど) に基づいてサービスを行う。このような形態が取られる理由の一つは、コンテキスト依存型システムが実世界に及ぼす影響にあると考える。コンテキスト依存型システムは、ルールによりアラームを鳴らしたり、照明をつけたりなどの現実世界での動作を行うため、その動作がユーザーが望むものと異なった場合、ユーザーに与える不快感が大きい。したがって、そのドメインに詳しいユーザーが望むルールのみをユーザーの自己責任で作成し、実行する形態が適していると考えられる。しかし、われわれが想定するアプリケーションは実世界に直接影響を与えない。また、前章のアンケートの結果からも、コンテキスト依存

型システムと異なり、ユーザーが記録を望むようなデータは似通っているという特徴が見られた。これらの 2 つの理由から、エピソードを作成するルールは、エンドユーザーがわざわざ作成する必要はないと考える。

また、簡便な導入のために、われわれはキャラクタパッケージという概念をこのシステムに取り入れる。キャラクタパッケージは、ルールの集まりであり、それぞれのパッケージに名前が付けられている (おしゃべりな引き出し、心配性なドア、高慢なポットなど)。エンドユーザーは環境にあるセンサノードを添付したモノにあらかじめ用意されたもしくは Web からダウンロードしたキャラクタパッケージを割り当てただけで、モノに命を吹き込むことができる、つまりモノブログに参加させることができる。

一方で、自動的にエピソードなどのコンテンツを作成するシステムにおいて重要な問題は、ユーザーに飽きられやすいことである。この問題を解決する最も単純な方法は提供するコンテンツのバリエーションを増やすことである、つまりルールのバリエーションを増やすことである。バリエーションを増やす最も有効な手段は、ルールの仕様のオープン化だろう。もしもこの Weblog システムが一般的になれば、このシステムに興味をもった多くの技術的なエンドユーザーたちが様々なキャラクタパッケージを作成・公開してくれるだろう。また、コンテンツに必要な統計データ処理プログラムやイベント検知プログラムも自由に開発できるようにすべきだろう。そしてそれらもプラグインとして簡単にシステムに組み込めるようにすべきだろう。

3.3 実装

以上の設計を基にモノブログシステムを実装した。われわれは、Weblog プラットフォームに Movable-type を、センサデータ処理やエピソード自動作成処理の実装に C# 言語を用いた。以下では、実装における重要な 3 つの要素について説明する。

[イベント検知]

われわれは現在、イベント検知のための 4 つのプラグインを実装している。会話検知プラグインは、マイクから得た音声から長時間の会話の発生 (開始・終了時刻) を検知する。物理イベント検知プラグインは、落下、回転などのモノに起こった約 10 種類の物理イベントの発生 (開始・終了時刻) を加速度センサのデータから検知する。モノに固有なイベント検知プラグインは、ドアや引き出しやキャビネットのドアなどのモノ

ノごとに特有の動きをもつ約 10 種類のモノに起こるイベントの発生を検知する。例えば、あるドアが開けられるときは、その加速度センサや方位センサの波形は毎回似たものになるだろう。そこで、あらかじめモノのイベントごと（例えば、ドアの開や閉ごと）に用意しておいたラベル付き教師信号と、センサから得られたテストデータの波形の類似度を比較することで、モノに特有のイベントを検知する。**ADL 検知プラグイン**は、約 20 種類の ADL（例えば、お茶を入れる、パスタを作る、米を炊く、ジュースを作る、歯を磨く、音楽を聞く、アロマテラピーをするなど）の発生をラベル付き教師信号を基に推定により検知する。推定に用いる主なパラメータは、ある時区間においてあるモノが使われたかどうかや、ある時区間において使われたモノのコンビネーションなどである。推定手法は 14) を基にして拡張したものである。上記の 2 つのプラグインはラベル付き教師信号を必要とする。われわれはエンドユーザのためのラベリングツールも用意している。ツールは、イベントが起こっているような時間の映像をモノが動いている時間などから求め、エンドユーザに提示する。ユーザはそれに対して何が起きているかを示すラベルを貼ることで教師信号を作成する。

[エピソード生成]

われわれは、動画作成プラグイン、グラフ作成プラグイン、重畳画像作成プラグイン、統計計算プラグインなど、エピソード生成のための様々なプラグインを実装している。図 4(a) はグラフ作成プラグインと統計計算プラグインを用いて作成した日ごとのユーザの活動の度合いのグラフを含むエピソードである。図 2 は重畳画像作成プラグイン、動画作成プラグイン、統計計算プラグインを用いて作成した部屋の温度の移り変わりをあらわす動画を含むエピソードである。センサデータを画像（グラフやチャート）や動画として提供することはイベントの容易な理解や新事実発見のためにも重要である。また、一般的に退屈な作業とされているアノテーション作業を容易かつ楽しく行うための、コメント可能動画作成プラグインも実装した。図 4(b) は、ティータイム（お茶をいれた後に行われた会話）にアノテーションを促す Weblog エントリである。このエントリにはティータイムに撮影された音声付動画が含まれている。このエントリに対して、ユーザが時刻と文字列からなるアノテーションをコメントとして書き込むと、その文字列が指定した時刻に水平方向にスクロールされて表示される。例えば、“20080120120000:Horrible!” というコメントを書き込むと、ムービーにおける 2008/01/20 12:00:00 の時点で“Horrible!”とい

う文字列が表示される。これは動画コメントサイトであるニコニコ動画 (www.nicovideo.jp) のシステムにインスパイアされたものである。この動画を用いることで、ユーザ間で体験・意見の共有を行いながらエピソードにアノテーションを付加することができる。

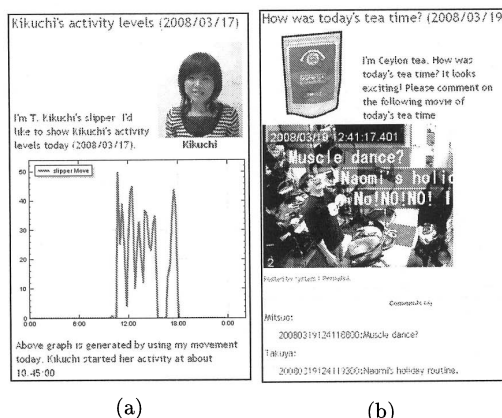


図 4 (a) 1 日の活動レベルに関するエントリと (b) コメント可能動画を含むエントリ

Fig. 4 Weblog entries of (a) activity levels during one day and (b) a comment-able movie.

[エピソード・イベント検索]

ee-Explorer (event-episode Explorer) は、様々な可視化方式をサポートしたエピソードとイベントの検索をユーザに提供するインタフェースである。われわれは実装に **Flash** を用いた。モノブログのページ内のリンクを選択することで立ち上げることができる。図 5 はキーワードによるエピソードの検索結果を日ごとに並べた際のキャプチャ画面である。エピソードを表す画像の周りをエピソードから抽出された特徴的な語や、エピソードが参照しているイベントに関わるモノの画像が回転している。これにより、ユーザはそのエピソードがどのようなイベントに関係しているのか、どのような内容なのかを大まかに把握できる。また、マウス操作によりエピソードに対応する Weblog エントリのページを表示できる。本稿では、ページの都合上、*ee-Explorer* のその他の機能の説明は省く。省いた内容については 10) を参照されたい。*ee-Explorer* により、過去のエピソードやイベントへ多彩な手段や様々な視点でのアクセスをユーザに提供できる。また、われわれは、*eeExplorer* で検索したエピソードやイベントを参照したエントリの作成を支援するエディタも実装している。そのエディタは、エピソードの作成を要求するコマンドの作成も支援する。

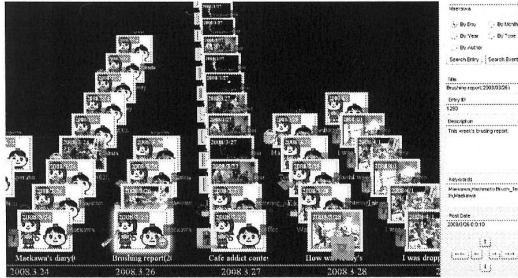


図 5 ee-Explorer のスクリーンショット (時系列モード)。
Fig. 5 Screenshot of ee-Explorer (time-line mode).

4. おわりに

環境生成コンテンツ (EGC) は、ユビキタスセンサ環境において環境に埋め込まれたセンサにより得られたセンサデータから自動的に作成されたコンテンツである。生データをテキストや表やグラフなどを含むコンテンツとして表現することで、ユーザによる閲覧や検索を容易にする。われわれは、過去のライフログや経験共有に関する研究や本稿で行った調査を基に、環境から大量に生成される EGC をユーザに提供するシステムの設計指針を提案した。そして、その設計指針を基に EGC 提供アプリケーションの一つとしてモノブログシステムを実現した。モノブログでは、屋内の生活環境において擬人化されたモノが自身に起こったイベントや、その日のユーザによる使われ方に関する Weblog エントリを作成し、Weblog に自動的に投稿するまた、EGC 提供アプリケーションを Web 上で実現することで、センサデータの利用のみでは不可能だったサービスを実現できた。例えば、Web API を用いて実世界のコンテキストに合わせた Web 広告の提示や屋内に設置したセンサのみでは検知不可能な天気予報の提示を図 1 と図 2 で実現している。

また、われわれは実験環境で働く数名にモノブログを利用してもらい、その感想を得た。モノブログではモノが人に代わって記録を行ってくるうえ、ユーザはそのモノが書いたエントリに対してコメントするだけで自身の感想などを付加できるため、従来の日記などとは異なり簡単に生活の記録ができるとの感想があった。また、モノが会話口調書いたエントリに対してカジュアルにコメントができるなどの感想もあった。

今後の予定として、われわれのシステムによって蓄えられた大量のセンサデータやそのメタデータ (アノテーションやリンクなど) の活用が考えられる。これらのデータは、ユーザの嗜好の分析や異常検知のため

の教師信号などに用いることができるだろう。

参考文献

- 1) G. D. Abowd, "Classroom 2000: An experiment with the instrumentation of a living educational environment," *IBM Systems Journal*, 1999, 38(4), pp. 508-530.
- 2) M. Blum, A.S. Pentland, and G. Troster "In-Sense: Interest-based life logging," *IEEE Multimedia*, 13(4), 2006, pp. 40-48.
- 3) D. Brin, "The transparent society," Perseus Books, 1998.
- 4) V. Bush, "As we may think," *The Atlantic Monthly*, 1945, 176(1), pp. 101-108.
- 5) A. D. Dey, T. Sohn, S. Streng, and J. Kodama, "iCAP: Interactive prototyping of context-aware applications," *Proc. Pervasive 2006*, LNCS 3968, 2006, pp. 254-271.
- 6) J. Gemmell, G. Bell, R. Lueder, S. Drucker, and C. Wong, "MyLifeBits: Fulfilling the Memex vision," *Proc. ACM Multimedia 2002*, 2002, pp. 235-238.
- 7) S.S. Intille, E. Munguia Tapia, J. Rondoni, J. Beaudin, C. Kukla, S. Agarwal, L. Bao, and K. Larson, "Tools for studying behavior and technology in natural settings," *Proc. UbiComp 2003*, LNCS 2864, 2003, pp. 157-174.
- 8) R. Jain, "Multimedia electronic chronicles," *IEEE Multimedia*, 10(3), 2003, pp. 112-111.
- 9) T. Maekawa, Y. Yanagisawa, and T. Okadome, "Towards environment generated media: Object-participation-type weblog in home sensor network," *Proc. WWW 2007*, 2007, pp. 1267-1268.
- 10) T. Maekawa, Y. Yanagisawa, Y. Kishino, K. Kamei, Y. Sakurai, and T. Okadome, "Object-blog system for environment-generated content," *IEEE Pervasive Computing*, 7(4), 2008, pp. 20-27.
- 11) K. Mase, Y. Sumi, T. Toriyama, M. Tsuchikawa, S. Ito, S. Iwasawa, K. Kogure, and N. Hagita "Ubiquitous experience media," *IEEE Multimedia*, 13(4), 2006, pp. 20-29.
- 12) A. Mazalek, G. Davenport, and H. Ishii, "Tangible viewpoints: A physical approach to multimedia stories," *Proc. ACM Multimedia 2002*, 2002.
- 13) E.D. Mynatt, T. Igarashi, W.K. Edwards, and A. LaMarca, "Flatland: New dimensions in office whiteboards," *Proc. CHI '99*, 1999, pp. 346-353.
- 14) E.M. Tapia, S.S. Intille, and K. Larson, "Activity recognition in the home using simple and ubiquitous sensors," *Proc. Pervasive 2004*, LNCS 3001, Springer-Verlag, 2004, pp. 158-175.
- 15) K.N. Truong, G.D. Abowd, and J.A. Brotherton, "Who, What, When, Where, How: Design issues of capture and access applications," *Proc. UbiComp 2001*, LNCS 2201, Springer-Verlag, 2001, pp. 209-224.
- 16) K.N. Truong, E.M. Huang, and G.D. Abowd, "CAMP: A magnetic poetry interface for end-user programming of capture applications for the home," *Proc. UbiComp 2004*, LNCS 3205, Springer-Verlag, 2004, pp. 143-160.