

M-90 ウェアラブルコンピューティングのためのシステム基盤

A System Platform for Wearable Computing

塚本 昌彦*1
Masahiko Tsukamoto

寺田 努*2
Tutomu Terada

堀 雅和*3
Masakazu Hori

あらゆる能力は、そのあるものは生得的な能力、たとえば感覚のごときであり、あるものは習得によるもの、たとえば笛を吹く能力のごときであり、或るものは学習によるもの、たとえば諸技術上の能力のごときである。そして、これら諸能力のうち、習性による能力または理性による能力をうるためにはそれに先立つ現実的活動が必要であるが、このようなのでない能力や受動するものそのそれにおいてはそれを必要としない(Aristotelis[1])。

1. はじめに

ウェアラブルコンピューティング。最近多大な注目を集めているこの言葉は、「体に装着したコンピュータ(ウェアラブルコンピュータ)」を利用する新しいコンピューティングスタイルを表している。現状のウェアラブルコンピューティングの典型的なスタイルは、次のようなものからなる。

- ・ 腰のベルトに装着あるいは肩にかける専用のバッグに入れたコンピュータ本体
- ・ 頭部に固定していつでも見ることができるようにした装着型ディスプレイ
- ・ 腰装着型、指輪型、腕輪型などの入力機器

このようにしてユーザは、歩きながらでも入力を行い、ディスプレイを見て情報を得られるようになる。そのため、ウェアラブルコンピューティングは従来のコンピュータ利用にはない次のような特徴をもつ[2]。

- ・ 常時 ON: いつでもどこでも使えること
- ・ 生活密着: ユーザの日常生活をサポートすること
- ・ ハンズフリー: 両手で別のことをしながら利用できること

この結果、従来の「計算」を主体とした机の上でのコンピュータ利用と異なり、現場での業務や日常生活など人間の「活動」を主体とした実世界でのコンピュータ利用が重要になるものと考えられる。また、ウェアラブルコンピュータは人間の实世界での活動能力をコンピュータによって増強するものであるともいえるが、そのためには状況を把握し適応的に動作する必要が生じる。このような形態は従来のアプリケーション利用の形態とは根本的に異なっており、これまでにない新しいコンピュータの枠組みが必要である。本稿ではウェアラブルコンピューティングに求められる要件を抽出し、ルールに基づく入出力制御という枠組みを提案する。

2. システムの要件

従来のコンピュータは机の上に置かれ、ユーザは高精細のディスプレイをじっくり見ながら、マウスやキーボードを用いて操作するものであった。そのため、ビットマップ、ウィンドウ、プルダウンメニュー、ドラッグアンドドロップなどの細かい視覚フィードバックを必要とする GUI がユーザインタフェースの主流となっている。実際それによってユーザは、視覚的にわかりやすく、高速に、多様な操作ができる。しかし、ウェアラブルコンピューティングで同じような操作をしようすると、動きながら片目でディスプレイを見ることや、別の作業をしながらコンパクトであるが操作性は高くない入力デバイスを用いて操作することを考慮しなければならないため、従来のユーザインタフェースはまったく不向きである[3]。

このことは、従来のアプリケーションが、ユーザがマウスなどを用いて高度にコンピュータを操作するユーザ主導型、つまりコンピュータは受動的なものであったことが一つの要因であると考えられる。ウェアラブルコンピューティングではこの状況がまったく逆転する。実生活のなかで常時装着して利用するコンピュータは、ユーザが操作するのではなく、ユーザが装着したセンサなど、さまざまな外部入力によって自動的に動作するのが好ましい場合が多い。また、日常生活のなかで利用するアプリケーションは、常時立ち上げておくくと便利なものが多い。

このような状況に応じた能動的なアプリケーションの動作を可能にするためには、システムがユーザからの操作だけではないさまざまなイベントを扱うイベントドリブンなメカニズムが必要となる。ここで、従来のウィンドウシステムも内部ではイベントドリブンなメカニズムに従い動作しているが、それらは、マウスとキーボードの入力とディスプレイ出力を入出力の最も重要な部分(first citizen)として特別に扱っている点や、入出力の関係や動作メカニズム自体を動的に変える点について考慮されていない点で問題がある。

一方、実空間の中でのユーザサポートを考えるためには、データベース機能が重要になる。データベースはそもそも現実空間のさまざまな情報をコンピュータ内で保持する効率的な手法であり、机上の計算よりもむしろ現実空間での活動でのほうが、その重要性が増すことが考えられる。しかし、従来のデータベースシステムはセンサ情報などに基づく実世界の状況との連動については十分考慮されていなかった。

3. ルールによる入出力制御

データベースの研究分野では、システムの能動的な動作を記述できるようにしたアクティブデータベース[4]に関する研究が行われている。アクティブデータベースでは、通常、事象の因果関係を記述するルールを以下の 3 つ組で表

*1: 大阪大学大学院情報科学研究科, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

*2: 大阪大学大学院サイバーメディアセンター, Cybermedia Center, Osaka University

*3: インテック・ウェブ・アンド・ゲノム・インフォマティクス株式会社, INTEC Web and Genome Informatics Corporation

現する。

- ・ イベント(E): 実世界の事象
 - ・ コンディション(C): 内部状態
 - ・ アクション(A): 外部への動作と内部状態の更新
- つまり、あるイベント(E)が起こり、特定のコンディション(C)を満たしているとき、そのアクション(A)を実行する、という動作原理を記述する。従来のアクティブデータベースではデータが更新されたとき、自動的に他のデータが整合性を持つように更新されるようなルールを記述するものであったが、ウェアラブル環境で利用できるようにするため、

- ・ センサ情報
 - ・ アプリケーション動作
 - ・ 入力デバイスの状態
- などを記述できるようにする。これにより状況に適応したさまざまなアプリケーションの動作をサポートできるようになる。例えば、表1に示すような利用方法が可能になる。

4. 最後に

以上に述べた基本的なウェアラブルコンピューティングの考え方にに基づき、筆者らは基盤システムのプロトタイプを実現している[5-6]。本稿での筆者らの主張は、真のウェアラブルコンピューティングのシステム基盤はルール形式で入出力を制御する非常にシンプルなエンジンであり、複

数のエンジンが互いに通信し合うことで複雑な機能を果たしうるものであるという点にある。最近、ウェアラブルコンピューティングと対峙する言葉としてユビキタスコンピューティングも注目されているが、ユビキタスコンピューティングにおいてもルールによる制御が有効である[7]。今後は両者の統合を考えていく必要がある。将来のウェアラブル・ユビキタス環境において、本稿で示したルールに基づくシステムが重要な役割を担うものと期待する。

参考文献

- [1] アリストテレス(出訳): 形而上学(下), 岩波文庫(1961).
- [2] 塚本: モバイルコンピューティング, 岩波科学ライブラリ 77 (1999).
- [3] 塚本: 実践ウェアラブルコンピューティング, インターネットカンファレンス 2001 招待講演(2001).
- [4] J.Widom and S.Ceri: Active Database Systems, Morgan Kaufmann Publishers, Inc. (1996).
- [5] 宮前ほか: ウェアラブルコンピューティングのためのルール処理システムの設計と実装, FIT2002 論文集(2002 掲載予定).
- [6] 中村ほか: ウェアラブルコンピューティングのためのルール処理システムを用いたサービス, FIT2002 論文集(2002 掲載予定).
- [7] 塚本ほか: ユビキタスコンピューティングを実現するためのルールに基づく入出力制御デバイス, FIT2002 論文集(2002 掲載予定).

表1. ルールを用いたウェアラブルコンピューティングの例

<p>[軍事]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 陸空軍の戦場と本部のあいだでのリアルタイムに情報交換をする際、緊急の作戦を兵士のモニタ上にポップアップして表示する。 ・ 兵士の持つ情報、たとえば、赤外線カメラ画像や脈拍などの生体情報、カメラ画像などに異変があれば、本部に連絡する。 	<p>にテキストに変換し、映像は自動的に画像解析して検索用のインデックスをつける。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ センサを用いて体温や脈拍などの生体情報を定期的に記録し、健康管理を行う。気温や湿度、気圧などの周りの状況も記録する。値に異常があればユーザに警告を促す。 ・ GPS 情報を蓄積して詳細な行動記録を取る。ユーザの現在地に応じて天気予報やローカルニュースなどを WWW から取得し提示する。
<p>[業務]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 営業マンの顧客回りで、営業マンの移動にあわせて、スケジュールや販売戦略をリアルタイムかつ自動的にダウンロードする。 ・ 消防・警察の消防活動・防犯活動において、地図などの地理情報・統計情報などを消防官・警察官の位置に合わせて表示する。 ・ ファーストフードで注文が入ったら担当者の HMD にその内容を表示する。担当者は作業をしながらそれを確認する。 ・ コンビニでアルバイトがウェアラブルデバイスを用いて在庫確認をし、数量が足りなければ仕入れ業者に注文を出す。 ・ 警備員が装着する赤外線カメラの画像を遠隔地に中継する。設置されたセンサに以上を検出すると HMD 内の地図上に警告マークが点滅する。 ・ 介護をする際、センサ情報に以上があれば警告を発する。 ・ 道路工事や建築現場で図面を見ながら作業する際、状況に応じて必要な図面が提示される。 ・ 航空機の修理などで膨大な整備マニュアルを見ながら作業を行うために必要なマニュアルが提示される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 街角無線放送などの情報サービスが提供されていれば、地理情報、ローカルニュース、特売情報やクーポンなどを得る。 ・ ウェアラブルコンピュータのユーザ同士が、お互いに無線で自分の情報を定期的に送信しつづけることで、近くにいる見知らぬ人との出会いが実現できる。 ・ 人や物が情報を絶えず発信していれば、人の名前を思い出せなくても画面上に表示できるし、なくしたものや人ごみの中で特定の人を見つけ出すことができる。(コミュニケーション) ・ テキストを用いたチャットや音声と映像によるコミュニケーションがいつでもどこでも取れる。常にたくさんの人とコミュニケーションチャンネルをつなぎっぱなしにしておき、何かあったときにメモリなどで呼び出すことができる。 ・ ハンズフリーでさまざまな場所から映像を中継できる。一日中蓄積した映像を利用して、「きのうこんなことがあってね」といって映像を見せながら、恋人や友達と(カジュアルな)会話ができる。 ・ 日ごろの生活の中で効果音や BGM を入れて、会話を盛り上げることができる。その操作方法やタイミングをカスタマイズできる。
<p>[民生]</p> <p>(リマインダ・備忘録)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ しなければいけないことと期限の組を列挙しておき(ToDo 機能)、期限が近づくと警告を表示する。 <p>(情報収集)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ミーティングや宴会の最中に WWW で、分からないキーワードや始めてあった人、話題に上がった人を検索し、その情報を得る。 ・ 外人と話すときに、英語で話された内容を自動的に解析して翻訳文を提示する。 ・ 料理のマニュアルを見ながら料理する際、頭を振る動作に連動してマニュアルのページをめくる。 ・ ニュースの WWW ページで気になるキーワードが含まれていれば蓄積する。 <p>(情報センシング・生活記録)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ いつでもどこでもメモを取ったり、装着しているマイクやカメラから撮る音声や映像を 24 時間蓄積したりする。音声は自動的 	<p>(機器制御)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ インターネットやローカル通信を介して、自分の身のまわりにある機器や遠隔の機器を制御できる。プログラムで制御すれば、家電機器の動作などをカスタマイズできる。 <p>(ひまつぶし)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ちょっとした空き時間にテレビ、ニュースを見たり、パズル、ゲームをするために、好みの番組を自動的に蓄積しておいたり、ゲーム情報を自動的にセーブしたりする。 ・ 宴会で弾き語りをしたり、ジョギングをしながら演奏をするさい、自動的に演奏するようにセッティングしたり、演奏方法をカスタマイズすることができる。