

ウェアラブル型ルールベースシステムを用いた 農作業支援システム

中尾 太郎[†] 寺田 努[‡] 塚本 昌彦[¶] 宮前 雅一[†]
庄司 武[¶] 岸野 泰恵[¶] 義久 智樹[¶] 西尾 章治郎[¶]

大阪大学大学院工学研究科[†] 大阪大学サイバーメディアセンター[‡]

大阪大学大学院情報科学研究科[¶]

1. はじめに

人類史上最も古くから存在している産業のひとつである農業における情報化への潜在的な需要は極めて大きい[1]。農業の情報化は、単純な生産性の向上だけでなく、長年の経験と熟練を必要とする農業への参入を容易にするなど、後継者問題の解決に対しても効果的である。

農業を情報化する場合、ネットワークから得られる情報、データベースに格納されている情報、および農作業の中で発生する情報を、農作業をしながら参照できることが強く求められる。しかし、従来型の一般的な PC や PDA による情報支援システムでは、手足を動かす農作業をしながら情報を取得、閲覧することは困難である。

そこで筆者らは、常時装着したコンピュータによって日常生活をサポートするウェアラブルコンピューティング技術[4]に注目し、筆者らの研究グループが提案・開発してきたウェアラブル型ルールベースシステム A-Wear[2, 5]の応用事例として、農作業支援システム「CyferGear (Cyber Farmer's Gear)」を開発した。

CyferGear は、体の各部に装着した各種デバイスからの温度や湿度、画像、位置といった多様な入力情報や、無線によって配信される情報の到着をルールによって適応的に処理し、農作業を支援するさまざまなサービスを提供する。CyferGear を装着した様子を図 1 に示す。



図 1. CyferGear を装着した様子

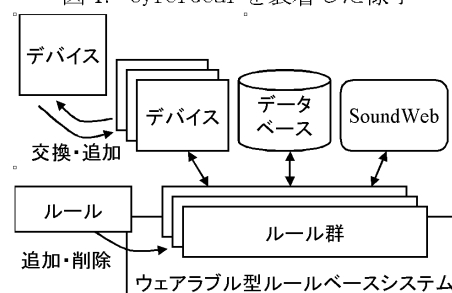


図 2. CyferGear のシステム構成図

2. CyferGear

ウェアラブルコンピューティングによって農作業を支援するシステムを開発する上で、特に以下の 3 点に配慮した。

- 邪魔にならないデバイス：従来のキーボードやマウス、タブレットに変わる、農作業の妨げにならないデバイスを装着する。
- 情報入力の自動化：農作業を行う中で収集されるデータや状況の変化を自動処理する。
- 情報の受動的閲覧：手を止めずにシステムからの出力を閲覧できるようにする。

CyferGear のシステム構成を図 2 に示す。入出力デバイスは、農作業での使用を考慮して開発したもので構成されている。システムの基盤として用いるウェアラブル型ルールベースシステム A-Wear は、データ収集やデータ処理、データ参照を、データベースと連携して自動的に行う。また、情報閲覧に採用した SoundWeb[3]は音声で提供される情報を簡単な操作で閲覧する枠組みであり、他の作業と並行した情報閲覧が要求されるような環境下で有効である。以下、入出力

A Farmwork Supporting System using a Rule-based Wearable System

Taro Nakao[†], Tsutomu Terada[‡], Masahiko Tsukamoto[¶],
Masakazu Miyamae[†], Takeshi Shoji[¶], Yasue Kishino[¶],
Tomoki Yoshihisa[¶], Shojiro Nishio[¶]

[†] Graduate School of Engineering, Osaka University

[‡] Cybermedia Center, Osaka University

[¶] Graduate School of Information Science and Technology,
Osaka University

デバイス、ウェアラブル型ルールベースシステム、SoundWeb について詳細に説明する。

2.1 入出力デバイス

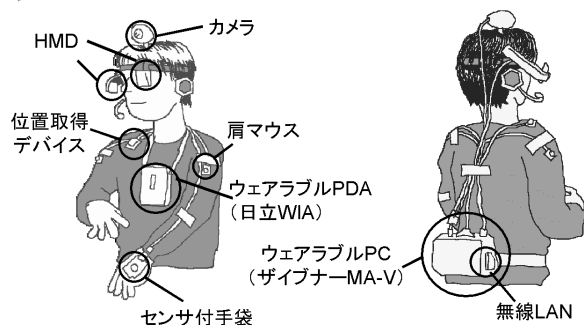


図 3. CyferGear のハードウェア構成



(a) 上腕に装着された
肩マウス

(b) 反対側の腕を用いた
クリック



(c) 頬を使ったクリック

図 4. 肩マウス

CyferGear のハードウェア構成を図 3 に示す。無線 LAN カードによってネットワークにアクセスできるようにしたザイブナー社の MA-V を本体とし、オリンパス社製の HMD(ヘッドマウントディスプレイ)とイヤホンにより映像、音声情報を閲覧する。USB 端子には肩マウス、位置取得デバイス、センサ付き手袋、カメラ、マイクなどの入力系を取り付ける。本体はベルトによって腰部にマウントし、各デバイスと本体はマジックテープで固定した背中から肩を通る専用コードで接続する。CyferGear はその上から一枚上着を着用することを想定しており、上着を着用すればコードや肩マウス等のデバイスは農作業の妨げにならない。以下、それぞれのデバイスについて述べる。

[肩マウス] 図 4 に示す肩マウスは CyferGear

の入力ユーザインタフェースである。肩マウスは 2 ボタンマウスの左右のクリックボタンをそれぞれ左右の上腕部に固定したものである(図 4(a))。これは手が土で汚れていたり、両手がふさがっていたりすることが多い農作業に適した入力デバイスであり、図 4(b)のように反対側の下腕を用いたクリックや、図 4(c)のように頬や顎を用いたクリックが可能である。

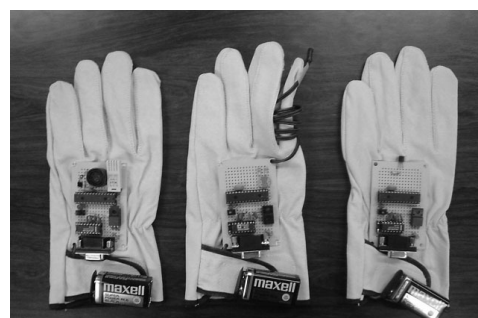


図 5. センサ付き手袋



(a) 土壌温度のチェック (b) 果肉の粗密の調査

図 6. 各種センサを使用している様子

[センサ付き手袋] 農作業で収集する情報は多様であるが、それらの全ての情報を取得するためには数多くのデバイスを装着しておく必要がある。CyferGear は、装着するデバイスを最小限にするために、センサデバイスを取り付けた手袋をいくつか用意し、手袋を交換することで各種のセンサを使い分けられるようにしている。センサ付き手袋は、袖口に用意されたシリアル端子を介してウェアラブル PC に接続される。手袋はセンサの種類を示す ID とセンサが取得した値を定期的に発信する。

現在、センサ付き手袋に実装されているセンサには、気温測定用センサ、土壌温度・水温測定用センサ、照度センサ、湿度センサ、超音波センサ、赤外線センサ、紫外線センサなどがある。図 5 はセンサ付き手袋の一例で、左から超音波・赤外・紫外複合センサ手袋、土壌温度・水温測定手袋、気温測定手袋である。図 6 にセンサを用いている様子を示す。図 6(a)は土壌温度をチェックしている様子、そして図 6(b)は超

音波センサを用いて果肉の粗密を調査している様子である。

なお、現在の CyferGear で交換できるセンサユニットは手袋に限られているが、同様のアプローチでセンサ付きブーツを開発し、足元の情報収集にも役立てる予定である。

〔位置取得デバイス〕位置情報の取得には GPS や地磁気センサなどの機器が利用できる。機器の種類が変わってもウェアラブル型ルールベースシステムのルールを変更する必要はない。

〔カメラ〕一般的な USB カメラを用いる。ECA ルールによって、カメラ画像を随時撮影できる。記録した画像は、位置情報や時刻情報と共にデータベースに格納する。

〔ウェアラブル PDA〕日立 WIA (Wearable Internet Appliance) とその HMD は、画面の狭い CyferGear の HMD で農作業支援を行いながら同時に WWW ブラウジングも行うといった用途のためのサブシステム的な位置づけで、CyferGear とは直接接続されていない。

2.2 ウェアラブル型ルールベースシステム

```
<ECARULE ID="TooCold" SCOPE="ENTIRE">
  <EVENT TYPE="RECEIVE_SENCE_DATA"/>
  <CONDITION>
    <AND>
      <CITEM TYPE="==">
        %NEW.TYPE%.THERMO
      </CITEM>
      <CITEM TYPE="<=">
        %NEW.VALUE%.15
      </CITEM>
    </AND>
  </CONDITION>
  <ACTION>
    <AITEM TYPE="SHOW_THERMO_VALUE">
      %NEW.VALUE%
    </AITEM>
  </ACTION>
</ECARULE>
```

図 7. ECA ルールの記述例

ウェアラブル型ルールベースシステム A-Wear は、ルール群でアプリケーションを構成する。そのため、ルールの追加・削除によって、動作のカスタマイズや、システム構成の変化への柔軟な対応、状況に応じた能動的なサービスの提供が可能である。ルールの追加には無線ネットワークによる配信を利用する。

ルールはアクティブデータベース[6]の動作記述に用いられる ECA ルールで、XML 仕様に沿って記述する。ECA ルールは、発生する事象(Event)、制約条件(Condition)、行う動作(Action)の三つ組で記述され、例えば「センサからの入力値が閾値を超えたときに、システムがアイドルであれば、画面に警告表示を出す」という要求が記述できる。記述例を図 7 に示す。このルールは、

計測された温度が 15 度以下ならば、HMD にブラウザでその旨を表示するものである。こうしたルール群によって、さまざまなデバイスからの情報入力処理は、農作業を妨げることなく自動的に処理される。

2.3 SoundWeb

SoundWeb は音声ストリームで提供される情報を、2 ボタンマウスのクリック操作のみで閲覧するインタフェースである。音声情報には、図 8 に示す WWW のハイパーリンクに類似した構造があらかじめ与えられており、情報閲覧者は表 1 に示した操作体系で音声情報を閲覧する。情報閲覧者は、通常は受動的に音声情報を聞き流し、興味を引いた情報についてだけ能動的に行動してより詳細な情報を得ることができるため、手を止めて HMD を覗き込むことなく、農作業をしながら情報を閲覧できる。

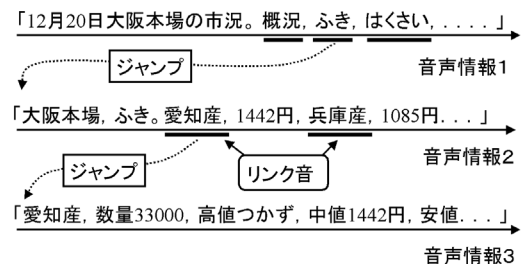


図 8. SoundWeb を用いた音声情報の閲覧

表 1. SoundWeb の操作体系

左/右クリック	左/右プレス	左/右ダブルクリック
リンク先へ移動/ リンク元へ戻る	早送り / 巻き戻し	次のリンク部分へ移動/ 前のリンク部分へ移動

3. 利用例

農作業現場における CyferGear の活用シーンをいくつか例示する。

〔情報受信とデータベースアクセス〕通常、農業従事者は、広報などで害虫や病気の発生情報を入手した場合、それらについて図鑑などで詳しく調べ、適切な処置方法や使用するべき農薬を決めてから対処にあたる。ここで、農作業の現場で臨時情報を受信し、データベースにアクセスできる CyferGear があれば、害虫や病気などの緊急性の高い情報を農作業の現場で受信し、さらに対応する農薬情報をその場で直ちに参照して散布を開始するといった素早い対処が可能となる。上記のようなサービスは、SoundWeb による音声ナビゲーションと肩マウスによる操作を組み合わせたインタフェースによって利用し

やすくなっている。

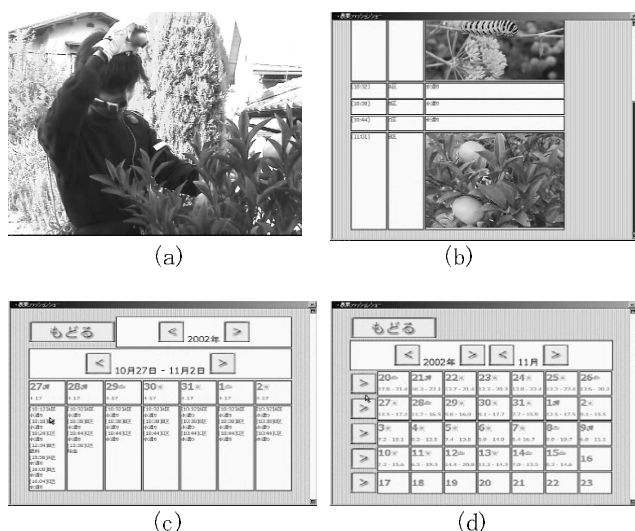


図 9. CyferGear を用いた記録と参照

〔記録と参照〕CyferGear は撮影した画像やセンサからの情報、水遣りや肥料の追加といった作業情報、メモなどのテキスト情報などを、その作業を行った時刻と位置と共に自動的にデータベースに格納する。図 9 は CyferGear のカメラを用いて作物の育成状況を撮影し(図 9(a))、記録したものを後日 HMD で参照しているところ(図 9(b))である。蓄積されたデータは HMD で週間単位(図 9(c))や月間単位(図 9(d))で参照でき、容易に「今年の今日」や「1 週間前」といったデータと比較できる。これらのデータは、本人が後日参照して、植物の成長具合の確認や、畑ごとの水遣り感覚や追肥間隔の確認などに利用できる。特に、実際の農作物を前にした画像データによる比較は、作物の発育状況の把握に有効であると考えられる。

また、蓄積した情報を単純に参照するだけでなく、農作業の現場で収集した情報を統計的に処理し、「6 月中旬に雨が 2 日連続で降ったら追肥するべきである」といった知識を獲得共有することで、農業従事者に適切なアドバイスを自動的に与え、あるいは農業に新規参入する者にノウハウを効果的に伝えることも可能になる。

〔情報共有〕農業現場で最も難しいことの一つに、農作物の異常を発見し、その異常が何であるかを判断することがある。CyferGear を用いることで、現場でデータベースの図鑑データを参照し、異常の判断をより素早く適切に下したり、撮影した画像を農業センター等の専門的な施設に送信して判断を仰いだりできる。さらに、検知した異常を付近の農家と共有することで、対

策への初動を早め、被害を最小限に抑えられる。こうした異常の検知と対策の迅速化は農業のリスク低減に有益である。

4. おわりに

本稿では、筆者らが開発した農作業をウェアラブルコンピューティングによって支援するシステム CyferGear について報告した。CyferGear を用いることで、農作業従事者は農業現場で適切な情報支援を得られるようになり、システムによって収集・蓄積される情報は、農業分野での知識データベースの形成に貢献する。CyferGear によって農業分野にウェアラブルコンピューティングが浸透することで、農業の生産性が向上し、農業の担い手の裾野が広がると期待できる。

今後の課題としては、運用評価とデータベースに蓄積したデータからの知識の抽出を行うことと、CyferGear のデザインをよりファッショナブルなものに修正して普及を図ることがあげられる。

謝辞 この研究は、文部科学省 21 世紀 COE プログラム（研究拠点形成費補助金）および文部科学省科学技術振興調整費「モバイル環境向 P2P 型情報共有基盤の確立」の研究助成によるものである。ここに記して謝意を表す。また、研究を進める上で貴重なご意見をいただいた北海道農業研究センターの横山和成氏、大阪府農林技術センターの岩本嗣氏、泉佐野市の露農家の道具氏に感謝する。

参考文献

- [1] 農業情報化年鑑 2000, 農業情報利用研究会編, 農山漁村文化協会(2000).
- [2] 宮前雅一, 中村聡史, 寺田努, 塚本昌彦, 橋本隆之, 青木功介, 堀雅和, 西尾章治郎: 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, pp. 215-216(2002).
- [3] 庄司武, 中村聡史, 塚本昌彦, 西尾章治郎: SoundWeb: ウェアラブル環境下でハイパーリンク型音声データのブラウジングを行うシステム, 日本ソフトウェア科学会 WISS2001, pp. 11-16 (2001).
- [4] 塚本昌彦: 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).
- [5] 塚本昌彦, 寺田努, 堀雅和: 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, FIT2002 論文集, pp. 213-214(2002).
- [6] Widom, J. and Ceri, S.: Active Database Systems, Morgan Kaufmann Publishers, Inc. (1996).