

## M-015

ウェアラブルコンピューティング環境におけるイベント駆動型サービスの開発支援環境  
An Environment for Developing Event Driven Services for Wearable Computing Environments

宮前雅一\*1 寺田 努\*2 塚本昌彦\*1 西尾章治郎\*1  
Masakazu Miyamae Tsutomu Terada Masahiko Tsukamoto Shojiro Nishio

## 1 はじめに

近年、マイクロエレクトロニクス技術の発展による計算機の小型化・軽量化に伴って、ウェアラブルコンピューティングに対する注目が高まっている。一般的なウェアラブルコンピューティング環境では、ユーザは常に計算機を身に付けているため、ユーザの位置や状況に応じて提供するサービスを変更するなど、柔軟な処理が要求される。そこで、筆者らの研究グループでは、ウェアラブルコンピューティングの実現に向け、サービス提供の基盤となるシステム A-wear の構築を行ってきた [2]。

A-wear ではシステムの動作を発生する事象 (イベント)、実行させるための条件 (コンディション)、イベントによって発火する操作 (アクション) の 3 つの組からなる ECA ルールで記述する。ECA ルールを用いた建物案内サービスのルールの例を図 2 に示す。このサービスは、ユーザが移動すると付近の建物を検索する FIND-BUILDING ルールと、検索された建物の Web ページを表示する DISPLAY-WEBPAGE ルールからなる。

このように、サービスはルールの集合として表現されるため、ユーザはルールを追加・削除することで、容易にサービスをカスタマイズできる。また A-wear では、システムにプラグインと呼ぶ拡張モジュールを追加することで、ECA ルールに記述可能なイベント・アクションを動的に追加できる。プラグイン形式の採用により、新たなデバイスへの対応や機能拡張を行う際には対応するプラグインを作成するだけでよく、システム自体の修正を必要としない。

筆者らの研究グループでは、これまでに A-wear を用いて建物案内サービス [3] や農作業支援システム [4]、ウェアラブル環境向けメールシステム [1] の構築を行ってきた。建物案内サービスと農作業支援システムを利用している様子を図 1 に示す。A-wear を利用することで、既存のプラグインを組み合わせ、ECA ルールを記述するだけで容易に状況依存サービスを構築できる。また、構築するサービスに必要な機能が既存のプラグインで提供されていない場合、新たなプラグインを開発して不足している機能を補えばよく、A-wear を用いずにシステムを開発を行う場合と比較して作業負担を大幅に軽減できる。

しかし、A-wear を用いてさまざまなサービスを構築した結果、ルールの記述が困難であったり、サービスのテストが困難であるという問題が生じた。そこで本研究では、A-wear を利用したサービス構築を支援する開発環境として、ECA ルールエディタとサービスのデバッグを構築する。この開発環境を利用することで、ウェアラブルコンピューティング環境向けのサービス開発が容易になる。

## 2 従来のサービス開発における問題点

A-wear では、ルールの記述やサービスのテストにおいて次のような問題点があった。

## (1) ルールの記述における問題点

- ルールの記述に標準的なテキストエディタを用いているため、記述したルールを実際にシステムに追加するまで文法エラーがあるかどうか分からない。

\*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: 大阪大学サイバーメディアセンター, Cybermedia Center, Osaka University



建物案内サービス 農作業支援システム

図 1: ウェアラブルコンピュータを装着している様子

```
GPS で移動を検出すると付近の建物を検索する .
DEFINE FIND-BUILDING
WHEN GPS_MOVE
THEN DO DB_QUERY('SELECT * FROM GEODATA
WHERE (ABS(%GPS.X% - X) < 0.005
AND ABS(%GPS.Y% - Y) < 0.005)')

検索された建物の Web ページを表示する .
DEFINE DISPLAY-WEBPAGE
WHEN DB_SELECT(GEODATA)
IF ?MAP_EXIST('%GPS.X%;%GPS.Y%;%NEW.X%;%NEW.Y%;
%MOTION_SENSOR.ALPHA_NORTH%;100.0;20.0')
THEN DO BROWSER_OPEN(NEW.URL)
```

図 2: 建物案内サービスのルール例

- 多くのプラグインを選択的に利用してサービスを構築するため、利用できるイベントやアクションの把握が困難である。
  - 構築したサービスを動作させるために必要なプラグインを把握するためにはルールで使用しているイベントやアクションを調べなければならない、ルールと共に配布すべきプラグインの決定が困難である。
- (2) サービスのテストにおける問題点
- A-wear の内部状態を取得できないため、システムがどのようなルールやプラグインを読み込んでいるか分からない。
  - プラグインが正常に動作しているか確認することや、ルールが正常に実行されているか確認することが困難である。
  - ECA ルールでは連鎖的にルールが発火することで高度な処理が記述できるが、ルールの連鎖がループになることでルールの発火が停止しなくなることがある。このようなエラーを検出することが困難である。

本研究では、以上の問題を解決するため、ルールエディタとサービスのデバッグを構築する。

## 3 設計と実装

本章では、2 章で述べた要求事項を満たすルールエディタとデバッグの設計と実装について述べる。

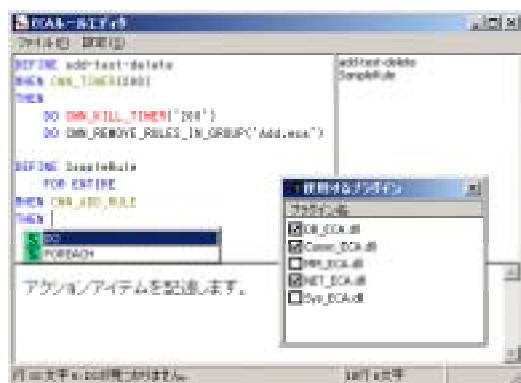


図 3: ルールエディタの表示例

### 3.1 ルールエディタ

2章で述べたルールの記述における問題点を解決するために、以下の機能をもつルールエディタを設計し、Windows のアプリケーションとして実装した。

- (1) 文法・イベント・アクションのヘルプ表示:  
ルール仕様で定められている予約語やイベント・アクションなどの入力候補をポップアップ表示することで、ルールの記述効率を向上させる。また、ユーザが選択している項目の説明を表示し、ユーザがイベントやアクションの機能を覚えていなくてもルールを記述できるようにする。A-wear はプラグインの追加によって新たなイベント・アクションが使用できるため、ヘルプの情報はプラグインごとに設定ファイルに記述し、新たなプラグインを追加した場合はそのプラグイン用の設定ファイルを追加することで新たなイベント・アクションのヘルプを参照できるようにする。さらに、ユーザはこれらの設定ファイルを選択的に利用できるようにすることで、構築したサービスの利用に必要なプラグインを選択できるようにする。ルールエディタ用の設定ファイルは通常プラグイン開発者が記述する。
- (2) ルールの文法エラーのリアルタイム表示:  
ルールエディタは入力中のルールが変更されるたびに構文を調べ、エラーがあればステータスバーに表示してユーザに警告する。
- (3) サービスの動作に必要なプラグイン一覧の表示:  
サービスを構成するプラグインを特定するために、複数のルールで使用されているイベント・アクションを調べ、必要なプラグインを表示する。

実装したルールエディタの表示例を図 3 に示す。図のように、ユーザは利用するプラグインを GUI で選択できる。

### 3.2 デバッガ

2章で述べたサービスのテストにおける問題点を解決するために、以下の機能をもつデバッガを設計し、A-wear のプラグインとして実装した。

- (1) システムの内部状態の表示:  
システム内部の状態を把握するため、システム内に読み込まれているルール・プラグインの一覧およびシステムに登録されているイベント・アクションの一覧を表示する。
- (2) システム動作のトレース:  
発生したイベントおよび実行されたアクションの一覧を表示し、プラグインやルールが正常に動作しているか確認できるようにする。また、個別ルールの任意の場所に

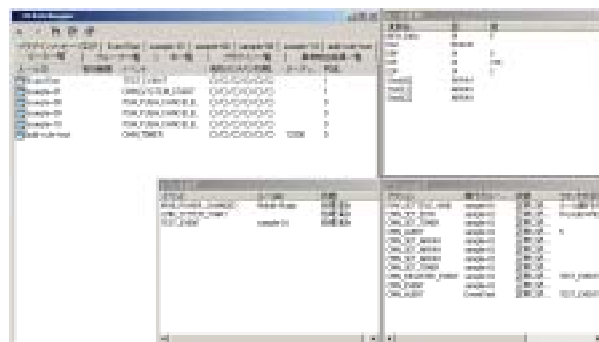


図 4: デバッガの表示例

ブレークポイントを設定できるため、ルールの判定処理やプラグイン呼び出しの整合性を確認したり、エラーの原因を特定できる。

- (3) ルールの異常連鎖の検出:  
ルールの動作を監視し、ループが検出された場合にそのループを表示し、異常検出イベントを発生させる。このイベントに応じた処理をルールで記述しておくことで、問題が発生したときに警告メッセージを表示したり、問題のあるルールをシステムから削除するなど、柔軟な処理が可能になる。異常動作の検出には筆者らの研究グループで提案している動的トリガグラフを用いる [5]。

実装したデバッガの表示例を図 4 に示す。デバッガはサービス開発者に対してさまざまな情報を提供し、サービスのテストおよびデバッグを支援するためのものである。

## 4 まとめ

本稿では、ウェアラブルコンピューティング環境のための基盤システム A-wear を用いたサービス開発を支援する開発環境について述べた。本研究で実現したルールエディタ・デバッガを用いることで、ウェアラブルコンピューティング環境のためのさまざまなサービスをより迅速に高い完成度で構築できるようになる。

今後は、ユーザの現在位置を利用したサービスや複数端末間で通信を行うサービスのテストを一台の端末で行える A-wear シミュレータを開発する予定である。

## 謝辞

本研究の一部は、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。

## 参考文献

- [1] 三浦ほか: Aware-Mail:ウェアラブルコンピューティング環境のためのイベント駆動型メールシステム, 情報処理学会 第 65 回全国大会論文集, Vol. 5, pp. 207-210 (Mar. 2003).
- [2] 宮前ほか: ウェアラブルコンピューティングのための拡張可能なルール処理システム, 情報処理学会研究報告 (情報家電コンピューティング研究グループ 2002-IAC-3), pp. 41-46 (June 2002).
- [3] 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, 情報科学技術フォーラム (FIT 2002) 論文集第 4 分冊, pp. 217-218 (Sept. 2002).
- [4] 中尾ほか: 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, 情報処理学会 第 65 回全国大会論文集, Vol. 5, pp. 211-214 (Mar. 2003).
- [5] 寺田ほか: 移動体計算環境におけるアクティブデータベースの動的トリガグラフ構築機構の設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. SIG 12(TOD 16), pp. 52-63 (2002).