



2006 年度下期未踏ソフトウェア創造事業 採択案件評価書

1. 担当PM

並木 美太郎 PM (東京農工大学大学院 共生科学技術研究部 助教授)

2. 採択者氏名

開発代表者: 青木 崇行 (慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科博士課程在籍)

共同開発者: 桐原幸彦 (株式会社トリプルダブル 代表取締役社長)

3. プロジェクト管理組織

株式会社トリプルダブル

4. 委託金支払額

6,447,761 円

5. テーマ名

センサ・アクチュエータネットワーク制御ソフトウェアの開発

6. 関連Webサイト

なし

7. テーマ概要

インターネットにはコンピュータだけではなく、各種センサやアクチュエータが接続され始め、センサネットワークというインターネットに接続されたセンサとその通信やデータ

処理分野の研究が盛んになっている。センサネットワーク研究においては、センサの検知範囲やアプリケーション分野の議論が重要になっている。

本提案では、センサをアクチュエータと合体し、センサ自身を物理的に動かせるようにし、センサの検知範囲の動的な最適化を可能にしたり、新たなアプリケーションの開発を可能にすることを目的とする。使用するアクチュエータを単純なものにし、物理的動作方法を回転運動や直線運動等に絞ることにより電力消費量が多かったり、システムが複雑になりがちなモバイルセンサとの差別化を図る。

主に以下の3つのソフトウェア技術開発を行う。

- 1、センサ・アクチュエータ制御用基盤ソフトウェア
- 2、複数センサ・アクチュエータの協調制御用ミドルウェア
- 3、上記システムを利用したアプリケーション

本プロジェクトの成果により、インターネットをコンピュータやネットワーク機器だけのネットワークではなく多種多様なセンサやアクチュエータも接続されたネットワークにすることを加速し、より豊かなインターネット世界を構築することに貢献する。そして現実世界の情報を取得するセンサと、現実世界での物理的動作が可能なアクチュエータの協調動作により、リアルワールドとサイバーワールドの融合を進める。

8. 採択理由

センサやロボット制御のソフトウェア開発を行なう場合、制御モデルを基本としながら、個々の装置に対して詳細な制御を行なうプログラムを作成するのは、手間がかかるのは言うまでもない。本提案では、装置に汎用なミドルウェアを開発し、実際のシステムに応用する。適切な汎用性を持たせることについて、未踏性を認めることができるので、採択とした。

9. 開発目標

本開発の目標として、センサ・アクチュエータネットワーク制御ソフトウェアを簡便に行うため、デバイスのハードウェア抽象化層、ツールキット層、アプリケーション層の3層構造に分割して開発する方式を提案し、そのライブラリを実装する。また、環境モニタリング・ラジコンロボット・コンテキストウェアサービスの3種類のアプリケーションプログラムを作成して、実用性について検証する。

開発したソフトウェアを Spinning Sensors と呼ぶ。Spinning Sensors ツールキットは、多種多様なセンサ・アクチュエータに対応し、多種多様なアプリケーションに対して必要な機能を提供するために、システム構成をノード抽象化層、フュージョン層、機能層の3構成とした。Spinning Sensors ツールキットのソフトウェアアーキテクチャを図2に示す。

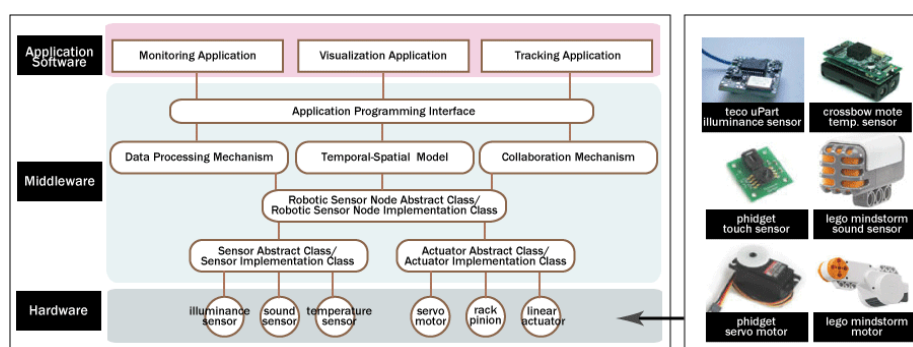


図2 Spinning Sensors ツールキットのソフトウェアアーキテクチャ

本アーキテクチャとすることにより、装置依存性の高いセンサ・アクチュエータを抽象化し、装置独立なアプリケーション開発を可能にするとともに、ノード間の相互関係の記述、ノード自身の挙動を単純に記述できるようにすることで、アプリケーション開発の生産性を向上する。

10. 進捗概要

Spinning Sensors ツールキットは、

- ・ハードウェア抽象化層
- ・ツールキット層
- ・Application Programming Interface

から構成される。個々の層の機能は次のとおりである。

(1) ハードウェア抽象化層

ユビキタスコンピューティング環境を構成するセンサ・アクチュエータについては、開発元、機能、制御方法と多種多様である。本ツールキットではハードウェアを直接制御するプログラムを、ツールキットが提供する抽象クラスを継承して実装した。本抽象クラスでは、センサとアクチュエータをそれぞれノードとして抽象化し、ツールキットからはハードウェアの種別に関わらず統一されたインターフェースとなる設計とした。

(2) ツールキット層

本層は、フュージョン機能、イベント配送機能、データ正規化の機能を提供する。

(a) フュージョン機能

複数のセンサやアクチュエータを協調させて一つのアプリケーションを構築する場合には、フュージョン抽象クラスを継承して実装する。本クラスでは 2 つ以上のセンサやアクチュエータの実装クラスをメンバーとして保持し、センサデータの取得、アクチュエータの動作に変化があった場合、登録されている他のメンバーに変更を通知する。本機能により、複数センサおよびアクチュエータの協調動作の記述を容易にできる。

(b) イベント配送機能

センサやアクチュエータを実装する際、ツールキットを利用して各実装クラスに対してイベントリスナを付加できる。本機能により、センサの変化を自動的に他のノードに通知し、変化に応じたコールバック処理をプログラミングできる。

(c) データの正規化

あるセンサの出力をあるアクチュエータの入力にする場合、数値データの場合は正規化・単位変換等の処理を行う、マルチメディアデータの場合はフォーマット変換の処理が必要になる。本機能を用いてデータの正規化を行い、任意のセンサとアクチュエータを接続できるようにした。

(3) Application Programming Interface

これらの機能を API として提供した。

Spinning Sensors ツールキットの実装は Java 言語を用いた。プログラマは本ツールキットの圧縮ファイルをダウンロードし、クラスパスの設定をするだけでアプリケーション開発に本ツールキットを利用できる。

本 Spinning Sensors ツールキットを用いてセンサやアクチュエータを利用したアプリケーションプログラムをいくつか作成した。サンプルとしたアプリケーションは環境モニタリング、センサ制御ラジコン、コンテキストウェアサービスの 3 種類である。このサンプルアプリケーションにより、本ツールキットの有効性を確認した。

11. 成果

本ツールキットは、汎用性と機能性の 2 軸で評価できる。ツールキットなどのミドルウェア開発においては、汎用性と機能性はしばしばトレードオフの関係にあり、本ツールキットは即興的なアプリケーション構築に必要な機能を提供することにより、この 2 軸の両立を実現できた。

機能性としては、センサ・アクチュエータの抽象化、イベントのハンドリング、センサ・アクチュエータに必要な機能の実装、そして開発者への約 20 メソッドの API を提供することにより、アプリケーション開発に十分な機能を提供できる。

汎用性については、センサやアクチュエータを簡単にプログラミングできる。これは、ハードウェアのクラスが抽象クラスと実装クラスにわかれており、またアプリケーション開発者に対しては API が提供されていることとあわせて、汎用性を実証できた。

いずれにせよ、センサやアクチュエータの抽象化、フュージョン機能によるセンサ・アクチュエータの協調動作の定義に対して汎用かつ十分な機能を提供することで、ユビキタス社会の実現のためのシステム開発を支える基盤ソフトウェアとして利用できる。

12. プロジェクト評価

センサやロボット制御のソフトウェア開発を行なう場合、制御モデルを基本としながら、個々の装置に対して詳細な制御を行なうプログラムを作成するのは、手間がかかるのは言うまでもない。本提案では、装置に汎用なミドルウェアを開発し、実際のシステムに応用する。適切な汎用性を持たせることについて、未踏性を認めることができるので、採択としたプロジェクトである。

センサやアクチュエータの装置特性を抽象化し、装置に依存しない形式でセンサ・アクチュエータを用いるプログラム開発を容易にするだけでなく、フュージョンと呼ぶ複数のセンサ・アクチュエータの協調動作記述を可能にした点を評価したい。今後は、まず、実用規模の実証実験を行い、本設計と実装の有効性を明らかにしてほしい。この種のフレームワークはいくつか提案されているが、実際にどうか、について不十分なものも多く、逆にいくつかの実用規模システムに適用することで評価され、次のステップにつなげることができるからである。

13. 今後の課題

実用規模のシステム開発による検証が不可欠である。センサネットワーク構築としてはデータベースとの連携、アクチュエータについてはロボットなどのより複雑な動作を伴う装置への対応が課題となっている。