

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 8 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2008～2011

課題番号：20240007

研究課題名(和文) ユビキタス環境のための全体プログラミング方式

研究課題名(英文) Whole programming methods for ubiquitous environments

研究代表者

塚本 昌彦 (MASAHIKO TSUKAMOTO)

神戸大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：60273588

研究分野：情報システム工学

科研費の分科・細目：情報学・情報ネットワーク

キーワード：(1)ユビキタスコンピューティング、(2)全体プログラミング、(3)マクロプログラミング、(4)モバイルエージェント、(5)プログラム変換、(6)センサネットワーク、(7)群コンピューティング、(8)メタプログラミング

1. 研究計画の概要

本研究ではユビキタス環境において多数のユビキタスデバイスによる群コンピューティングを実現する。すなわち、環境内に数百から数千個規模のユビキタスデバイスが存在することを想定して、環境内のデバイス全体を対象としたプログラミングを行えるような方式を確立する。具体的には以下のような利用例を可能にするプラットフォームを確立する。

- ・デバイス全体を一斉に動作させ、同期を取りながらセンシング、IO制御を行う。
- ・一部のデバイスだけを交代で動作させる。地面にばら撒かれたセンサをうまく交代で動作させて、限られたバッテリーでの動作持続時間を長くする。
- ・空間にばら撒かれた発光デバイスを使って大きなスクリーンとして利用する。
- ・自律移動可能なユビキタスデバイスを用いて、全体を整列させ、一列になって移動させる。あるいはアリの採餌行動などを模して、特定のものを探したり、運搬したりさせる。

個々のデバイスとしては、簡単なメカニズムで統合的な動作が容易に実現できるルール処理型のユビキタスコンピュータを想定する。それを用いて以下に挙げる3つのプログラミング方式を実現することで、上記のような群コンピューティングを実現する。

- ・ルール処理エンジン生成のためのメタプログラミング
- ・実行ルールのためのグローバルプログラミング
- ・環境適応のためのローカルプログラミング

2. 研究の進捗状況

これまでに、群コンピューティングの実現のために、プログラミングモデルについての具体的な検討を行い、いくつかの観点から研究開発を進めてきた。

まずメタプログラミングに関しては、対象となる情報を処理できるさまざまなルール処理エンジンを生成できるようにするため、ルール仕様の記述、ルール処理エンジンの記述、ルール全体の動作に関する検証など、いくつかの観点からのメタプログラミングについての要求事項を抽出した。特にこれを具現化するために、様々な小型デバイスを作成し、環境・状況認識への適用を試みた。

グローバルプログラミングでは、多くのデバイスを一斉に制御するメカニズムに焦点を当てた。プロジェクトによる一斉制御や、プログラム配信のメカニズムを開発した。また複数のグローバルな経路を持つデバイスを開発し、多数のデバイスにおいても安定した通信が行えるようにした。

ローカルプログラミングでは、ルールに基づくさまざまなエンジンを開発し、簡単なメッセージングで複数のデバイスの連携が行えるようにした。

さらにこれらの三つの観点を組み合わせた全体プログラミングの手法として、複数のLEDマトリクス上で光パターンをエディットする方法、グローバル通信とローカル通信を組み合わせるトポロジを構築していく方法などを開発してきた。またプログラム方式として当初はルールベースの枠組みを考えながら、プログラム変換やモバイルエージェントの枠組みを考えた。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由)

これまで非常に多岐にわたる全体制御のデバイス、システムを構築し、多くの研究成果を得た。特に、学会発表⑦で修士課程学生の木下は情報処理学会 H21 年度山下記念研究賞を受賞している。また、本研究成果である一斉制御デバイス(学会発表②の内容)を用いて博士課程学生の藤本はメディアアート作品を制作し、アート分野で多数の成果を得ている(IPA2009 年度下期未踏獲得、スーパークリエイタ認定、文化庁メディア芸術祭協賛事業 第 16 回学生 CG コンテストエンターテインメント賞受賞、アジアデジタルアート大賞 2010 インタラクティブアート部門大賞・総務大臣特別賞受賞、Ars Electronica 2010 出展など)。これは本研究により光デバイスの一斉制御を非常に高度なレベルで実現できるようになったことを証明するものであると考えられる。

4. 今後の研究の推進方策

これまでの研究の結果として、多数のデバイスを連携動作させる群コンピューティングには、個々のデバイスがどのようにつながっており全体の中でどのような位置にあるかを知り、それをうまく利用して役割を果たしていくことが重要であることが分かっているが、これらは当初オブジェクト指向、論理プログラミング、メタプログラミングなどの枠組みをうまく組み合わせることで抽象化できるものと想定していたことに反するものである。つまり、トポロジのコーディングがこれらの枠組みにはアプライオリには備えられていないことから、サンプルアプリと実応用の間には重大なギャップがあることが判明している。

これまでの研究の過程で、格子状の有線ネットワークがローカルトポロジとグローバルトポロジの関係が比較的自明である(ホップが座標に対応する)ことから、モバイルエージェントの組み合わせにより、シンプルでマイクロなトポロジに基づいて実行可能なプログラムで、マクロな挙動を制することが可能であることに気づいた。H23 年度よりシステム構築を進めながらこの点について検討を深めてゆく予定である。

5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① R. Sagara, Y. Kishino, T. Terada, S. Nishio, Application Development Environment for Event-driven Ubiquitous Devices, Int' l Journal of Pervasive Computing and Communication, Vol. 5, No. 2, pp. 87-103, 2009, 査読有

- ② 中田, 児玉, 藤田, 竹川, 寺田, 塚本, プロジェクタによる一斉制御が可能なユビキタス光デバイスの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 12, pp. 2871-2880, 2009, 査読有

[学会発表] (計 59 件)

- ① 長岡, 佐野, 寺田, 塚本, 複数ユビキタスデバイスによる入出力を実現するためのマロプログラミングモデルの提案, ユビキタス・ウェアラブルワークショップ 2010, 2010. 12. 19, 兵庫県神戸市
- ② 藤本, 藤田, 寺田, 塚本, Lighting Choreographer: パフォーマンスアートのための LED 制御システム, ユビキタス・ウェアラブルワークショップ 2010, 2010. 12. 19, 兵庫県神戸市
- ③ 國本, 藤田, 佐野, 寺田, 塚本, モバイルエージェントによるユビキタスデバイスプログラミング, ユビキタス・ウェアラブルワークショップ 2010, 2010. 12. 19, 兵庫県神戸市
- ③ 塚本, 格子状ユビキタスネットワークにおける全体プログラミング, ユビキタス・ウェアラブルワークショップ 2009, 2009. 11. 27, 兵庫県篠山市
- ④ K. Kodama, N. Fujita, Y. Yanagisawa, T. Terada, M. Tsukamoto, A Rule-based Acceleration Data Processing Engine for Small Sensor Node, Proc. of the 3rd Int' l Workshop on Middleware for Sensor Networks (MidSens2008), pp. 1-6 Dec. 1, 2008, Leuven, Belgium
- ⑤ S. Sano, T. Yoshihisa, and M. Tsukamoto: Design and Implementation of Device with Alterable Functions for Ubiquitous Computing, Proc. of International Symposium on Ubiquitous Multimedia Computing (UMC 2008), Oct. 15, 2008, Hobart, Australia
- ⑥ M. Nakata, Y. Takegawa, K. Kodama, T. Terada, N. Fujita, M. Tsukamoto, S. Hosomi, S. Nishio, Design and implementation of a ubiquitous optical device controlled with a projector, The 6th Int' l Conf on Advances in Mobile Computing and Multimedia (MoMM2008), Nov. 24-26, 2008, Linz, Austria
- ⑦ 木下, 藤田, 柳沢, 寺田, 塚本, 分散制御された LED マトリックスを用いた電飾アート制御プラットフォーム, 情報処理学会研究会報告 (エンターテインメントコンピューティング研究会 2009-EC-12) 2008, 京都市左京区

[図書] (計 1 件)