

# 論文内容の要旨

## 博士論文題目

Design and Implementation of Middleware for Facilitating Development of Ubiquitous Systems

(ユビキタスシステムの開発容易化のためのミドルウェアの提案と実装)

## 氏 名

西垣 弘二

This thesis provides the following two research topics.

First, we propose a middleware library for efficiently developing distributed cooperative applications consisting of a large number of cellular phone users. Our middleware provides (1) a dynamic group formation mechanism depending on users' locations and preferred subjects and (2) a group communication mechanism called multi-way synchronization for multicasting, synchronization and mutual exclusion. Most of Java executors on cellular phones do not support direct communication among user programs. Usable resources are also restricted. Therefore, in our middleware, most parts of user programs are executed on their servers as agents. Group formation and group communication mechanisms are implemented as inter-process communication on the server, and only the user-interface parts are executed on the cellular phones. From some experiments, we have confirmed that group applications consisting of ten thousands of cellular phones can be easily developed using the middleware, and that their group communication performance is reasonable for practical use.

Secondly, we propose a new framework for context-aware computing systems with home appliances (devices). In an ordinary home, each user wants to personalize multiple devices based on his/her preference. For above purpose, in order to connect sensors and home appliances via network and make these devices work cooperatively based on the current context, it is natural to specify a rule consisting of a condition and an action where the condition specifies in what context the action should be executed, and the action does how to control the target device. Specifying feasible rules with an appropriate combination of sensors and actions is difficult for home users, and there is no good way when multiple users want to control the same device at the same time in different ways. For these problems, our framework facilitates (1) personalization of devices, (2) intuitive specification of rules, and (3) consistency check and conflict detection in multiple rules. Our framework allows users to define new simple phrases so that a new phrase indicates a complex condition with multiple sensors or a complex action with multiple devices. It also provides intuitive user interfaces for retrieving sensors/devices to specify rules and for detecting a conflict over multiple rules. Through experiments with our prototype implementation, we show that our framework is useful for context-aware computing at home.

## (論文審査結果の要旨)

本論文は、ユビキタスコンピューティングシステムにおいて、協調型携帯電話アプリケーションの開発を容易にする手法および一般家庭におけるネットワーク家電を使用したコンテキストウェアシステムの開発を容易にする手法の二つの提案を行った。

1. 携帯電話による協調型アプリケーション開発のためのミドルウェアの提案を行った。本ミドルウェアを用いることで、不特定多数の携帯電話ユーザ間における地理的位置およびコンテキスト距離に基づいたグループの動的形成機能と、マルチランデブによるイベントの同期実行の機能を用いたユーザ間の高度なインタラクションを使った、協調型携帯電話アプリケーションの開発を容易に行うことができる。

2. 一般家庭において、ネットワーク家電を使用して、個々人が自分のニーズに従ってコンテキストウェアシステムを利用できるようにするために、システムの構築を容易に行えるフレームワークの提案を行った。本フレームワークを用いることで、ルールの記述に基づいたセンサ・デバイスの連携の設定を容易に行うことができる。また、複数ユーザ間のデバイス競合を発見し回避することができる。

以上のとおり、本論文はユビキタスコンピューティングシステムにおいて協調型携帯電話アプリケーションおよび一般家庭におけるネットワーク家電を使ったコンテキストウェアシステムを容易に開発する方法を具体的に提案した。提案方式の実装や実験の結果によってその有効性が示されている。この研究成果は、実用的であり、かつ新規性もあって、ソフトウェアの開発およびユビキタスコンピューティングシステムの発展に貢献するものである。

よって、本論文は、博士(工学)学位論文としての価値があるものと認める。