

論文内容要旨（和文）

2017年度入学 大学院博士後期課程

電子情報工学 専攻

氏名 鈴木 裕幸 印

論文題目

リアルオブジェクト指向モデルを用いたIoTアプリケーション開発手法に関する研究

アプリケーション開発現場では、短期間での開発が要求されている。様々なデバイスが繋がるIoTアプリケーションの開発は、構造が複雑化しやすく短期間での開発が困難である。本論文では、アプリケーション開発工程の中で最も比率の高いプログラミング工程に着目した。この工程では、垂直型モデルと水平型モデルの2種類がある。前者は、開発するアプリケーションに最適な形で開発を進めるもので不具合が少ないが、一度開発した機能の流用が困難である。一方後者は、一度開発した機能を共通基盤として提供するもので、流用が可能である。そのため、一般的に水平型モデルの方が垂直型モデルよりも開発効率が高い。しかし、開発者は共通基盤の持つ機能や、アプリケーションに組み込む方法等、共通基盤の知識が無ければ利用できない。これが原因で開発効率向上は困難である。

また様々なデバイスが繋がるIoTでは、統一されたデバイス同士の連携が不可欠である。デバイスを役割に分けて定義して連携するものや、デバイスの提供するサービスを任意に選べるような開発モデルがある。しかし、それらの手法は異種デバイスで統一された連携方法ではなくアプリケーション毎に設定する必要があり、デバイスの連携も複雑化する問題がある。

そこで本論文では、IoT環境においてデバイスの連携が容易で、統一されたデバイス同士の連携を可能とするリアルオブジェクト指向モデルを提案する。また、アプリケーション開発手法として、基本的な水平型モデルを利用した開発手法と、水平型モデルの持つ課題を解決するプログラムの自動生成手法を用いた手法、アプリケーション自体を再利用可能とする手法を提案する。

本論文は、第1章から第7章で構成される。以下に各章の概要を示す。

第1章では、本研究の背景と目的について述べている。

第2章では、アプリケーション開発の現状について、ソフトウェア開発手法とプログラミング工程について述べている。前者は、ウォーターフォールモデルとアジャイル型開発の特徴と問題点を概説している。後者は開発工程で最も比率の高い工程であり、垂直型モデルと水平型モデルを取り上げている。両モデルの特徴と問題点を概説し、水平型モデルの課題を解決するプログラムの自動生成手法について概説している。

第3章では、関連研究としてIoT環境を想定したモデル化の研究と、水平型モデルを用いた研究を取り上げ、問題点を指摘している。前者は、利用者はデバイスが提供するサービスをどこでも利用できるモデル化の研究や、デバイスに役割を与える、その役割を連携させてデバイスの連携を実現するモデル化である。問題点として、サービスを提供するデバイスを選ぶだけでデバイス同士が連携できない点や、デバイスの役割が複数ありデバイスの数が増加すると複雑化してしまう点を述べている。一方後者は、アプリケーションを停止させずに共通基盤のOSGiの持つ機能を修正できる手法や、モバイル端末をターゲットにしたM3フレームワークを用いた研究である。両手法ともに、便利な機能を持つ共通基盤を提供しているが、水平型モデルの持つ課題を解決できていない点を指摘している。

第4章では、提案手法のモデル化手法の基礎であるオブジェクト指向や分散オブジェクトについて述べている。また、IoT環境で想定されるネットワーク形態についても概説している。

第5章では、統一したデバイス間連携を可能とするリアルオブジェクト指向モデルを提案している。また、そのモ

ルを用いて水平型モデルを採用したアプリケーション開発手法も述べている。このモデルは、モノを情報と動作の2つの要素を持つオブジェクトとして定義し、モノとオブジェクトは1対1の関係を持つ。オブジェクトはモノに組み込まれたマイコン上に存在し、モノの情報取得や操作ができる。このオブジェクトが共通基盤の通信機能を通じて他のオブジェクトと連携することで、他のオブジェクトの情報取得や遠隔操作を容易にする。定性的評価として、一般的な組み込み手法(C言語)や模擬研究と比較し、優位性を示している。定量的評価として、作成したプロトタイプアプリケーションで通信機能の通信成功率や遅延時間を比較し、特徴を概説している。

第6章では、水平型モデルの持つ課題の解決法として、プログラムの自動生成手法を取り入れた手法を提案している。この手法は、共通基盤の知識を必要としない手法で、新規アプリケーションに共通基盤の機能が自動的に組み込まれるものである。この手法は4つの処理で構成され、アプリケーション開発者は最初の処理だけを担当する。その他の3つの処理は自動的に処理される。この手法によりアプリケーション開発者は、共通基盤の機能を知らなくとも共通基盤を活用でき、各デバイスで動作可能なアプリケーションを自動で作成できる。これを記述式開発手法と名付け、さらにアプリケーション自体を再利用する目的でGUI選択方式開発手法を開発した。こちらは、アプリケーションの処理に変更が無く、デバイスの数だけ変更する場合に利用するものである。評価では、定性的評価として記述式開発手法とGUI選択方式開発手法とを比較し、それぞれの特徴を考察した。定量的評価として、リアルオブジェクト指向モデルを用いて垂直型モデル、水平型モデル、提案手法の3つの方法でプロトタイプアプリケーションを2つ作成し、提案手法の有効性を検証した。

第7章では、本論文の結論であり、本研究で得られた成果を集約して述べている。また、今後の課題とその取り組みについて述べている。

論文内容要旨（英文）

2017年度入学 大学院博士後期課程

電子情報工学 専攻

氏名 鈴木 裕幸



論文題目 Research on IoT Application developed method using Real Object-Oriented Model

It is difficult to develop IoT applications that connect various devices in a short period of time because the application structure tends to be complicated. We focused on the programming process, which has the highest ratio in the application development process. There are two development models. First, the vertical model has few defects, but it is difficult to reuse the developed functions. Second, the horizontal model provides the developed functions as a common infrastructure and can be reused.

In the IoT that various devices are connected, device cooperation is essential. There is development model that devices are defined by roles and linked. Also, there is model that services provided by devices can be arbitrarily selected. However, those models are not unified how to cooperate with different devices. These need to be set for each application, and there is a problem that cooperation of devices becomes complicated.

In this thesis, we propose a Real Object-Oriented Model (ROOM) that unifies device coordination in an IoT environment. We also propose three application development methods using the ROOM. The first is a development method that uses a horizontal model, the second is a method that uses an automatic program generation method that solves the problems of the horizontal model, and the third is a method that the reuse of applications.

This thesis is organized as follows. In Section 1, we will describe background and research purpose. In Section 2, we will describe the software development method and programming process. In Section 3, we will discuss the previous work. In Section 4, we will describe related technologies such as object orientation and networks. In Section 5, we present ROOM and developed method the using ROOM. In Section 6, we will describe methods that incorporate automatic program generation methods using ROOM. Finally, some conclusions and future work are given in Section 7.

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

令和2年7月31日

理 工 学 研 究 科 長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 小山 明夫

副査 小坂 哲夫

副査 野本 弘平

副査 内澤 啓



学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

論文申請者	専攻名 電子情報工学専攻 氏名 鈴木 裕幸		
論文題目	リアルオブジェクト指向モデルを用いた IoT アプリケーション開発手法に関する研究		
学位論文審査結果	合格	論文審査年月日	令和2年7月22日～ 令和2年7月29日
論文公聴会	令和2年7月29日	場所	工学部4号館212教室
最終試験結果	合格	最終試験年月日	令和2年7月29日

学位論文の審査結果の要旨 (1,000字程度)

様々なデバイスの連携が必要となる IoT アプリケーションの開発は、構造が複雑化しやすく、従来の垂直型モデルや水平型モデルでは開発効率の向上が見込めない。理由として、一度開発した機能の再利用が困難なことや、再利用可能な場合でも開発済みの機能の知識が必要となるためである。本論文では、筆者らが考案したリアルオブジェクト指向モデルを用いてアプリケーション開発者が開発済みの機能の知識が無くとも容易に IoT アプリケーションの開発が可能となる自動プログラミングを取り入れた手法を提案している。性能評価では、本手法を用いることにより、複数のデバイス間で連携するプログラムの開発時間を従来手法に比べて約 53% 削減でき、さらにソースコードの量を約 37% 削減できることを示している。

本論文は 7 章から構成されている。第 1 章は本論文の序論で、研究背景、研究目的および貢献、論文の構成について述べている。第 2 章では IoT アプリケーション開発の現状を述べ、ウォータフォールモデルやアジャイルモデル、垂直型モデル、水平型モデル、自動プログラミングについて論じている。第 3 章では、関連研究として既に提案されている 5 つの開発手法について紹介し考察している。第 4 章では、提案手法で用いるオブジェクト指向の概念とそれを拡張させた分散オブジェクトについて述べている。第 5 章では、リアルオブジェクト指向モデルを提案し、それを用いた開発手法 1 について述べている。第 6 章では、リアルオブジェクト指向モデルを用いた自動プログラミング手法について述べ、それに基づいた開発手法 2 と開発手法 3 を提案している。また、性能評価としてサンプルアプリケーションを垂直型モデル、水平型モデル(開発手法 1)、提案手法(開発手法 2)の 3 つの手法で開発し、ソースコード数や開発時間を比較し提案手法の有効性を述べている。さらに主観的評価として、関連研究と提案手法を比較し提案手法の位置づけを明確に示している。第 7 章は本論文の結論で、本論文のまとめと今後の展望について述べている。

以上、本提案手法の新規性・有効性として、IoT アプリケーションを効率的に開発するためにリアルオブジェクト指向モデルを考案し、そのモデルを用いた自動プログラミング手法を提案し、その有効性を評価していることなど本研究分野への貢献は多大であると判断できる。また、本論文は、博士論文の 4 つの審査基準である、研究テーマに新規性・独自性があること、博士論文の内容として自ら研究を計画・遂行するための専門的知識を基に、研究背景・目的が正しく述べられていること、学位論文の構成が適切で、体裁が整っていること、学位論文の記述が論理的で、設定した研究テーマに沿った明確な結論が述べられていることを満たしていることを確認した。以上を総合的に判断し、合格と判定した。

なお、本論文は、研究倫理又は利益相反等に係る学内規則に基づく手続きは必要ない。

最終試験の結果の要旨

最終試験は、公聴会実施後に口頭で行った。その結果、学位論文の内容および専門知識、関連知識の理解度は十分あり、博士として必要とされる知識と能力は十分あると判断できた。

以上の最終試験の結果、合格と判定した。