

平成 31 年度 公立はこだて未来大学卒業論文

高集積センサネットワークにおける 異種無線を用いた電力効率化の検討

戸澤 涼

情報アーキテクチャ学科 1016031

指導教員 (主) 稲村 浩 (副) 中村 嘉隆

提出日 2020 年 1 月 28 日

A Study on Energy Efficiency in Dense Wireless Sensor Network

by

Ryo TOZAWA

BA Thesis at Future University Hakodate, 2019

Advisor: Prof. Advisor, Coadvisor: Prof. Coadvisor

Department of Information Architecture

Future University Hakodate

January 31, 2014

Abstract— The majority of IoT sensor devices are driven by battery, power saving is critical issue. LoRaWAN achieves wide area coverage with low power consumption in wireless sensor network (WSN). LoRaWAN has a scalability problem that packet transmission rate decreases due to message collision when the number of devices in WSN increase. In this research, we aim to improve the energy efficiency of WSNs by using different types of wireless communication media at long and short distances based on the method of autonomously configuring a group of multiple nodes in WSN and the leader node will be sending aggregated data messages for the rest of members. As a contribution of this research, knowledge about power consumption efficiency in LoRaWAN by combining different radios and existing LoRa-only WSN is expected.

Keywords: LoRaWAN, BLE, Wireless Sensor Network, Electric Power Efficiency, Heterogeneous Wireless Signal

概要: IoTセンサデバイスは、バッテリー駆動が前提となるため省電力化が重要である。LoRaWANは、無線センサネットワーク（WSN:Wireless Sensor Network）において省電力で広域カバレッジを実現している。LoRaWANには、WSN内のデバイス増加時にメッセージ衝突によるパケット到達率低下というスケーラビリティでの課題がある。本研究では、WSN内で複数ノードのグループを自律的に構成し代表がデータを集約し代理送信する手法を基本に遠距離、近距離において異種通信を使い分けることで、WSNの電力効率化を図る。本研究の貢献として、異種無線を組み合わせた場合と既存のLoRaのみのWSNにおける消費電力の差異及びデータの集約による消費電力の効率化に関する知見が見込まれる。

キーワード: LoRaWAN, BLE, Wireless Sensor Network, 電力効率, 異種無線センサネットワーク

目 次

第1章 序論

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1.1 背景

手続き型言語では、巨大システムを構築し、管理を行うことが難しいため、ここにオブジェクト指向という新たな考え方を導入して新しいプログラミング言語を作成することにした。

1.2 対象とする領域

実用レベルのサイズのプログラムを作成するためのプログラミング言語について研究する。ここで、行うのは3次元グラフィックス向けの言語の設計とそのインタプリタの実装である。

1.3 研究目標

完全な処理系の実装を目指すものではなく、プログラミング言語にオブジェクト指向という考え方を取り入れたプログラミング言語を設計し、プロトタイプシステムを作成することにより、オブジェクト指向の概念が、プログラミングの能率向上とメンテナンス性の向上に寄与することを示す。

第2章 関連研究

2.1 オブジェクト指向プログラミング

2.1.1 Smalltalk-80

Smalltalk-80 は 1982 年ごろ，当時ゼロックスにいた...

必要があれば

2.1.2 Java 3D

Java はオブジェクト指向言語で，そこで 3 D グラフィックスを扱うための..

2.2 グラフィックスシステム

2.2.1 DirectX

DirectX はマイクロソフトの Windows 上の.....

第3章 プログラミング言語FUN

この章では，提案する理論，仮説，モデル，アルゴリズム，方法論，実装のなどの説明を行う．

3.1 提案する言語FUNの特徴

この言語の特徴は，..*であり，...*という従来にない長所をもつ．

3.2 言語仕様

言語仕様は以下の通り．

3.3 実装方法

この言語は，C言語を用いて記述されている．ソースコードは20に分かれ，コードの大きさは約3000行となった．

3.3.1 開発環境

この言語は，C言語を用いて記述されている．ソースコードは20に分かれ，コードの大きさは約3000行となった．

3.3.2 OSに対する依存性

この言語は，C言語を用いて記述されている．ソースコードは20に分かれ，コードの大きさは約3000行となった．

第4章 実験と評価

4.1 保守性に関する評価

ここでは、FUN を用いて記述した場合とそれ以外の言語で書いた場合の比較を行なう。

4.1.1 Fortran との比較

同一のゲームを Fortran と FUN で記述してみた。

スーパーマリオブラザーズ

一見、このプログラムは Fortran 向きと考えられるが、FUN の TAKOIKA ライブラリを用いて記述すると、非常にコンパクトになる。

パックマン

このプログラムはどちらの言語にとっても、有利な要素はない、このことを反映して。

4.1.2 Java との比較

Java 言語との比較では、惨敗であり、FUN は 2 倍の記述量を必要とした。しかし、これは、Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで、同一機能をもつライブラリを用意することにより、FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した。

4.2 実行速度

4.2.1 Fortran との比較

Java 言語との比較では、惨敗であり、FUN は 2 倍の記述量を必要とした。しかし、これは、Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで、同一機能をもつライブラリを用意することにより、FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した。

4.2.2 Java との比較

Java 言語との比較では、惨敗であり、FUN は 2 倍の記述量を必要とした。しかし、これは、Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで、同一機能をもつライブラリを用意することにより、FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した。

4.3 利用者によるアンケート

4.3.1 初心者

Java 言語との比較では、惨敗であり、FUN は 2 倍の記述量を必要とした。しかし、これは、Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで、同一機能をもつライブラリを用意することにより、FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した。

4.3.2 上級者

Java 言語との比較では、惨敗であり、FUN は 2 倍の記述量を必要とした。しかし、これは、Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで、同一機能をもつライブラリを用意することにより、FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した。

第5章 考察

5.1 評価結果

Java 言語との比較では，惨敗であり，FUN は 2 倍の記述量を必要とした．しかし，これは，Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで，同一機能をもつライブラリを用意することにより，FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した．

5.2 評価結果

Java 言語との比較では，惨敗であり，FUN は 2 倍の記述量を必要とした．しかし，これは，Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで，同一機能をもつライブラリを用意することにより，FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した．

第6章 結論と今後の展開

6.1 まとめ

Java 言語との比較では，惨敗であり，FUN は 2 倍の記述量を必要とした．しかし，これは，Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで，同一機能をもつライブラリを用意することにより，FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した．

Java 言語との比較では，惨敗であり，FUN は 2 倍の記述量を必要とした．しかし，これは，Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで，同一機能をもつライブラリを用意することにより，FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した．

Java 言語との比較では，惨敗であり，FUN は 2 倍の記述量を必要とした．しかし，これは，Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで，同一機能をもつライブラリを用意することにより，FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した．

6.2 今後の方針

Java 言語との比較では，惨敗であり，FUN は 2 倍の記述量を必要とした．しかし，これは，Java のもつパッケージ IKURA が非常に強力であるためで，同一機能をもつライブラリを用意することにより，FUN にも同様の能力を持たせることができることが判明した．

謝辞

本研究において、長期にわたる評価実験に協力いただきました、株式会社〇〇の△△△
△様に感謝いたします。

参考文献

- [1] アイン・シュタイン, 「相対性理論について」, 2000.

付録その1

付録その1(プログラムのソースリストなど)を必要があれば載せる

付録その2

付録その2(関連資料など)を必要があれば載せる

目 次

表 目 次