

# ウェアラブルシステムにおける動的に変化する 複数のデバイスの管理機能の研究

山田 真之†

馬 建華‡

法政大学大学院情報科学研究科†

法政大学情報科学部‡

## I. 序論

従来の物よりも小型化され、人や動物に身に着けることのできるコンピュータである「ウェアラブルデバイス」が、昨今注目を集めている。

ウェアラブルデバイスを扱う研究やサービスには、2種類の方法が存在している。一つは、UP 2[1]のような特定のデバイスを中心としたものであり、様々なアプリケーションがデバイスを中心として存在する。もう一つは、Muaremi[2]らや村尾[3]らの研究のような、アプリケーションを中心としたものであり、特定のアプリケーションを構築するために、様々なデバイスを扱うものである。これら2つの手法は、どちらも盛んに研究され、サービスが行われているが、それぞれ欠点が存在する。

特定のデバイスを中心としたものは、アプリケーションが特定のデバイスに依存してしまうというデメリットが存在する。例えば、利用者の持つデバイスの電力がなくなる、デバイスを装着することを忘れる、デバイス自体が壊れる等、そのデバイスを使用できない状況ではサービスを続けることができない。また、アプリケーションを中心としたものは、各々のデバイスがアプリケーションに依存しており、1つでもデバイスが使用できなくなったとき、アプリケーションの動作を継続できなくなり、また新たにアプリケーションに対して、利用者の持つデバイスを適応させることが難しい。

ウェアラブルデバイスは、人間の体に装着することにより、人間の機能の拡張することができる物である。そこで、本研究室では、ウェアラブルデバイスや、環境内のデバイス、またソーシャルサービスをアプリケーションが自由に扱うことができる Wear-I というシステムの研究を行っている[4]。本研究では、その Wear-I の内、ユーザの状況により動的に変化するデバイスの機能や、状態の把握などを行うデバイス管理機能の研究を行う。それにより、デバイスとアプリケーション間の依存関係を解消し、容易にアプリケーションが新規のデバイスを扱うことや、デバイスの再利用性を向上させることを目指す。

## II. システム概要

本研究は Google の Android スマートフォン上にデバイス管理機能を持つシステムを置き、それによりユーザの身に着けるウェアラブルデバイスや、環境内に置かれたデバイスの管理を行う。システムは、接続されたデバイ

スの情報を自動的に読み取り、それらの管理を行う機能を持つ。アプリケーションは、システムに自身が必要とするデバイスの機能の条件を送ることで、システムが条件に対応したデバイスを自動的に検索し、情報の取得を行うことが可能である。また、システムは、デバイスの電源やセンサの状態のモニタリングを行うことで、使用しているデバイスの異常を検出する機能や、デバイスの使用状況のログを取得する機能を持つ。

以上のような機能を実現するために、コントローラのデバイス管理機能は、大きく分けて Device Information Management (DIM), Device Usage Management (DUM), Device Operation Management (DOM)の3つのモジュールより構成されている。さらにそれぞれのモジュールは、いくつかの子モジュールより構成され、デバイス管理機能を構築している。以下の Figure 1 で、管理機能の概要を示す。

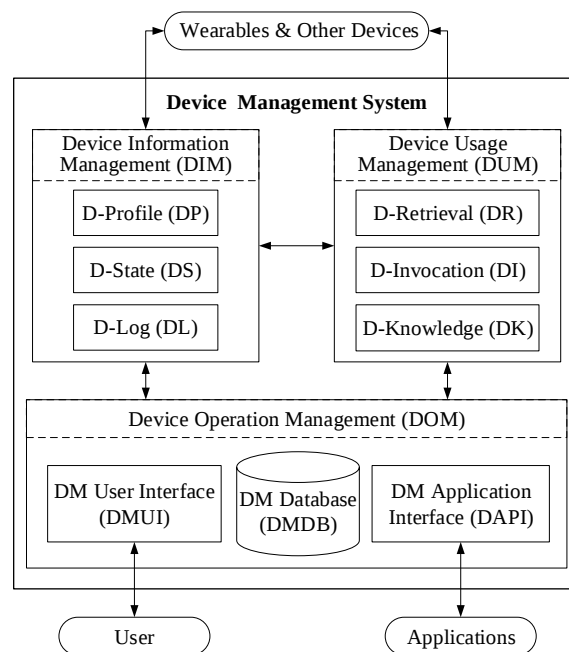


Figure 1 システム概要図

以下の3つの章で、それぞれの機能について述べる。

## III. DEVICE INFORMATION MANAGEMENT (DIM)

Device Information Management (DIM)は、システムとデバイスと接続を行うことで、自動的に接続されたデバイスの MAC アドレスや搭載センサを読み込み、それらをデータベースへの登録を行う機能や、デバイス状態のモニタリング機能、またデバイス使用ログの記録を行う機能を持つ。DIM は、D-Profile (DP), D-State (DS), D-Log (DL)

の3つのモジュールより成り立つ。DPは、システムに接続されたデバイスの製品名、MACアドレス、搭載されたセンサ種別を読み取り、またデバイスの種別や使用する部位をユーザに入力させることで、データベースに対してデバイスの機能情報を登録する機能を持つ。ただし、現状で、機能の取得を行うことができるデバイスは、システムの置かれたスマートフォンに実装されたセンサか、Bluetooth Low Energy[5]のGATTサービスにおいて実装された、心拍計や、屋内位置情報など、一部のセンサに限られる。DSは、コネクションされ、機能を使用しているデバイスに対して、機能が正常に使用されているかモニタリングを行う機能を持つ。DLは、デバイスの使用履歴や、異常のログを取得し、データベースに保存を行う機能を持つ。また、ログの検索も行うことが可能である。基本的にDIMはコントローラに接続されたデバイスの情報の取得、保存を司り、他のモジュールの要請に応じて、保存された情報を取り出し、初めてその情報をユーザが使用できるようになる。

#### IV. DEVICE USAGE MANAGEMENT (DUM)

Device Usage Management (DUM)は、DIMで取得したデバイス情報を使用し、アプリケーションが必要とする機能を持つデバイスの検索や、デバイスの取得したセンサデータをアプリケーションに通知、また、デバイス動作ログを読み取り、電源切れ等によりデバイスが使用でなくなった場合、他のデバイスを探し、アプリケーションの使用デバイスの更新を行うことができる。DUMは、D-Retrieval (DR)、D-Invocation (DI)、D-Knowledge (DK)の3つのモジュールより成り立つ。DRは、データベースに保存された、コントローラと繋がっているデバイスの内、アプリケーションの求める機能を持つデバイスを検索する機能を持つ。DIは、アプリケーションの要請に従い、デバイスの機能呼び出し、センサデータの取得を行う。DKは、DRにより検索されたデバイスの内、過去の使用履歴を使用し、アプリケーションに最適と思われるデバイスを返すことや、DSに対して、デバイスが正常に稼働しているか検査を行い、異常が検出された場合、それに対する対処を行う機能を持つ。つまり、DKは、本システムの頭脳に相当し、何らかの判断を下す際に使用されるモジュールである。DUMはデバイスの使用を司り、DUM自体は、デバイスの情報や、センサデータの保存などは行わない。デバイスを実際に使用するための機能を持つモジュールである。

#### V. DEVICE OPERATION MANAGEMENT (DOM)

Device Operation Management (DOM)は、ユーザとのコミュニケーション用GUIの設定や、アプリケーションとの通信、システムの持つデータベースの運用を行う機能を持つ。DOMは、DM User Interface (DMUI)、DM Database (DMDB)、DM Application Interface (DAPI)の3つから成り立つ。DMUIは、ユーザに対して入力の手続きや、データの表示などを行う機能を持ち、Androidのアクティビティに相当する部分である。DMDBは、デバイスの機能情報や、状態、ログのデータベースの管理を行う機能を持つ。DAPIは、システムとアプリケーションの間を繋ぐ、APIとしての機能を持つ。アプリケーションが実際に使用するデバイスのセンサデータの使用や、異常の通知などはこのモジュールを介して行われる。これはAndroidのプロセス間通信機能であるAIDLに相当する部分である。つまり、DIMやDUMの機能を、ユーザやアプリケーションが使えるように通信を行う、窓口としての機能や、

データベースの管理を行うことが可能である。最後に、システムの使用するデータベースの概要図をFigure 2で示す。なお、図中のテーブル間のリレーションにおける1と\*は、それらのテーブルが一对多の関係にあることを示している。

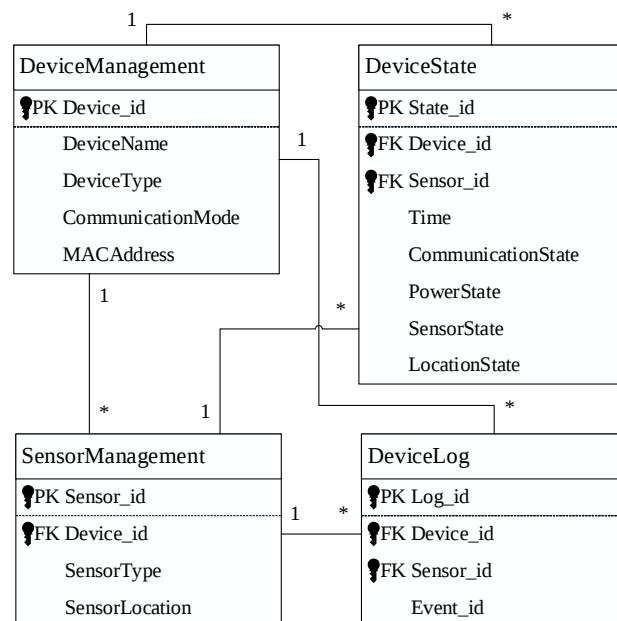


Figure 2 データベース概要図

#### VI. まとめ

本研究は、ユーザの持つウェアラブルデバイスや環境内に存在するデバイスの管理を行うことが可能である、デバイス管理機能について、研究を行った。

今後の課題としては、まず管理可能なデバイスの種類の拡大が挙げられる。現状の管理機能ではスマートフォンに実装されたセンサもしくは、Bluetooth Low EnergyのGATTサービスを使用する事で、取得可能なセンサの管理しか行うことができない。そのため、ウェアラブルデバイスの加速度計や、ジャイロセンサ等の有用なセンサの使用や、デバイスのバイブレーションやLEDの点灯と言った、デバイスの動作に関する機能を使用する事ができない。また、今後は、デバイス管理機能だけでなく、取得したセンサデータの管理や、サーバに対して機能の移管を行うなど、ウェアラブルシステム自体の研究が必要となる。

#### 文献

- [1] UP2, <https://jawbone.com/store/buy/up2>
- [2] A. Muaremi, G. Tröster, J. Seiter, A. Bexheti, "Monitor and Understand Pilgrims: Data Collection using Smartphones and Wearable Devices", Proc. UbiComp, Int'l Workshop on Human Activity Sensing Corpus and Its Application (HASCA), 2013
- [3] 村尾和哉, 寺田努, 竹川佳成, 西尾章治郎, "ウェアラブルコンピューティングのための消費電力を考慮したコンテキストウェアシステムの構築", 情報処理学会論文誌 50(5), 1456-1466, 2009
- [4] J. Ma and R. Huang, "Wear-I: A New Computing Paradigm in Wearable Computing," Keynote, in Proc. IEEE Conf. Ubiquitous Computing & Commun., Liverpool, U.K., pp. 1063-1068, 2015
- [5] Bluetooth Low Energy | Bluetooth Technology Website <https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/bluetooth-technology-basics/low-energy>