

# ウェアラブルデバイスのプロトタイピングを 支援するツールキットの開発

松田 暁<sup>1,a)</sup> 中村 広幸<sup>2,b)</sup>

**概要:** ウェアラブルデバイスは著しい発展により様々な分野への応用が期待されている一方、技術的な課題だけでなく社会的な課題も存在する。これらの課題を解決にはデバイス開発者だけでなく、幅広い分野の人たちと議論して開発を進めることが重要である。しかし、議論した結果を検証するにはその内容を反映したウェアラブルデバイスそのものが必要であるにもかかわらず、その分野に精通した開発者でなければウェアラブルデバイスの開発は困難であるのが現状である。本研究では、ウェアラブルデバイス開発の知識に乏しい人向けのプロトタイピングを支援するためのツールキットを提案する。本稿では、ツールキットの概要及び実装したツールキットの内容について紹介する。

## Wearable Device Tool Kit for Prototyping and Socio-Information Studies.

MATSUDA AKIRA<sup>1,a)</sup> NAKAMURA HIROYUKI<sup>2,b)</sup>

**Abstract:** Wearable devices has made remarkable progress due to the evolution of technology in the last decade. Nevertheless, we see many social issues of the application and usage of this device. The discussion with people in several different field becomes more important in order to address these issues. However, it is difficult to develop the wearable device to meet the hypothesis without developers who are familiar with this technology. In this paper, we propose that the "wearable device prototyping toolkit" for non-professional developers or programmers such as scholars and researchers in social science. Moreover, we describe the concept of the toolkit for prototyping a wearable device and its implementation.

### 1. はじめに

近年、ウェアラブルデバイスの発展により様々な分野における応用が期待されている。例えば、医療分野では医療材料の保管場所をメガネ型ウェアラブルデバイスによりガイドするシステム、フィットネス分野では活量計の開発が進められており、今まで以上に多くの人々がウェアラブルデバイスを使用し社会で生活することが考えられる [5]。実際、様々な種類のウェアラブルデバイスが市場に出回って

おり、利用者が増加するとともに市場規模は拡大の一途をたどると予想されている [9]。しかし、ウェアラブルデバイスには技術的及び社会的な課題が存在しており、実社会で広く普及するには至っていない。例えば、技術的な課題として「小型化による搭載可能なバッテリー容量の制限」と「高性能化による消費電力の増加による大容量バッテリーの必要性」という相反する2つが挙げられる。一方、社会的な課題として、カメラが搭載されているウェアラブルデバイスでは即座に写真を撮影できるという利便性の反面、被写体に知られずに写真を撮影出来てしまうというプライバシー侵害の問題が挙げられる。このようにウェアラブルデバイスの開発には相反する複数の要素があり、開発したウェアラブルデバイスが本当に受け入れられるか、市場に出さなければ分からないという問題がある。これらの問題を解決するために、ウェアラブルデバイス提供者は技術によるア

<sup>1</sup> 芝浦工業大学工学部情報工学科  
Shibaura Institute of Technology Department of Information Science and Engineering

<sup>2</sup> 芝浦工業大学工学部共通学群  
Shibaura Institute of Technology School of Arts and Sciences

a) al11103@shibaura-it.ac.jp

b) nkmr@shibaura-it.ac.jp

アプローチだけでなく、利用者との議論による社会的合意を図っていくことが重要であると指摘されている [6][5]。また、テクノロジーアセスメントを実施し社会への影響調査を行うというアプローチも存在する [4]。

ウェアラブルデバイスの使用感や装着感及び有用性は実際に体感してみないとわからないことが多い。そのためウェアラブルデバイスに関する議論を行う際には、議論の対象となるウェアラブルデバイスを事前に体感し理解していることが重要である。また、議論の結果が反映できたか検証する際にも、改良されたウェアラブルデバイスの実物が必要である。このようにウェアラブルデバイスを開発するには繰り返しプロトタイピングを行うことが必要である。

しかし、プロトタイピングといえどウェアラブルデバイスの開発には専用のハードウェアと専用のソフトウェアの開発が必要不可欠であり、ウェアラブルデバイスの開発に精通した開発者でなければ、開発を行うことは困難を極める。このことは、短い時間で開発する必要があるプロトタイピングにおいて重大な課題であり、同時に避けられない課題でもある。

本研究では、上記の問題を解決するためには高度な技術を必要とせずウェアラブルデバイスのプロトタイプを素早く制作できる必要があると考え、そのためのツールキットを開発した。ツールキットは電子回路や組み込みプログラミングの知識のない人でも、ウェアラブルデバイスのプロトタイプを制作できるようにすることを目的とする。また、デバイスのプロトタイピングを容易にすることにより、社会的な側面からの評価実験をおこなうことを容易にすることを目的とする。ツールキットはセンサやディスプレイをモジュール化し、さらに無線通信を行うものを実装した。無線通信を用いてホストコンピュータと接続し一元管理することにより、1つのウェアラブルデバイスとして振る舞うことを可能とする。

本稿では、第2章にて本研究の立ち位置について述べ、第3章にて関連研究及び関連事例と本研究の比較を行う。次に、第4章にてツールキットの概要や構成する要素及び実装について述べる。最後に議論と今後の展望にて結ぶ。

## 2. 研究の立ち位置

本研究の位置付けを整理する。ウェアラブルデバイスには様々な課題が存在する。それらを解決するために、研究開発や被験者実験及び市場調査といった多くの手法があるが、本研究はその手法の一つであるプロトタイピングに伴う課題を解決するためのツールキットを開発することを目的とする。図1に本研究の立ち位置を示す。

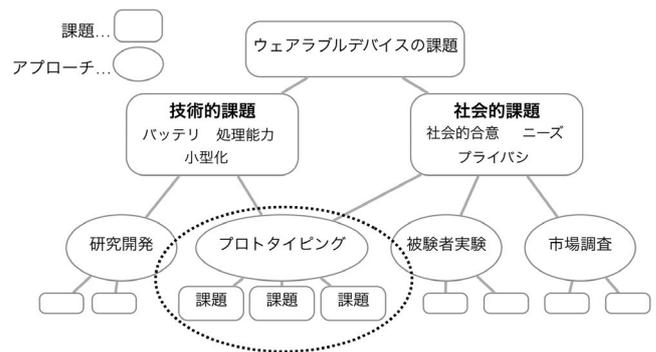


図1 本研究の立ち位置

## 3. 関連研究・事例

関連研究として、寺田らによる WearableToolkit[7] が挙げられる。この研究は、ウェアラブルデバイスの動作を決定するプログラムについての研究であり、ウェアラブルデバイスのプロトタイプ制作を支援する本研究とは目的が異なる。また、富士通研究所によるウェアラブルデバイスに対するセンシングミドルウェアの研究 [8] があるが、既存のウェアラブルデバイスの省電力化や開発期間及びコストの削減が目的である一方、本研究はウェアラブルデバイスを試作し評価を行うことに趣をおいている点が異なる。

関連事例として、Sony の MESH project[3] はプログラミングによって制御できずツールの自由度は本研究と比べ低いものとどまっている。Seeed Studio の Xadow[2] は小型のセンサやディスプレイをフレキシブルケーブルを用いて接続する事により、ウェアラブルデバイスの開発に有用なツールとして注目を浴びている。また、littlebits[1] は磁石によりセンサやディスプレイを接続することが可能となっている。本研究はモジュールを無線技術を用いて接続するため、フレキシブルケーブルや磁石で接続する方式と比べ物理的制約を受けない点が異なる。

## 4. ツールキット

### 4.1 概要

本研究で開発するツールキットはウェアラブルデバイスを開発するために必要な電子回路の技術やセンサやディスプレイを制御するソフトウェアの知識を必要としない。ウェアラブルデバイスは主にセンサとディスプレイによって構成される。ツールキットはセンサやディスプレイ及びそれらを制御するために必要な部品を小さなモジュール化しツールキットのユーザに提供する。本研究では、我々はモジュール化された部品を単にモジュールと呼ぶことにする。モジュールは身体のあらゆる場所に取り付けられ、センシング及び情報の提示を行う。ツールキットの概念図を図2に示す。

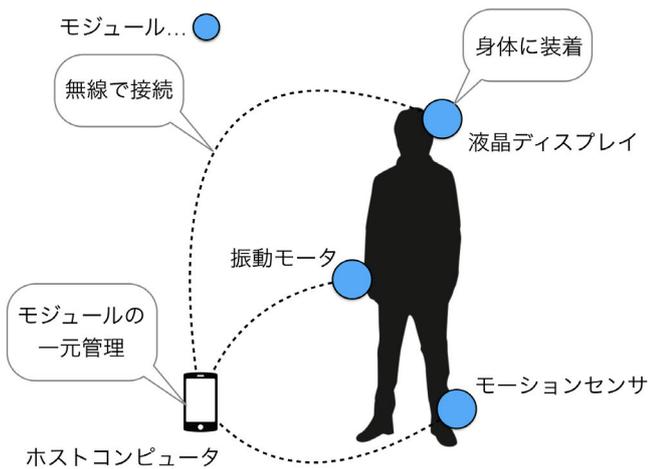


図 2 ツールキットの概念図

モジュールはホストコンピュータに接続され、データのやりとりを行う。自由度の高いウェアラブルデバイスの開発を可能にするため、モジュールとホストコンピュータ間の通信は無線技術を用いる。このことにより、モジュールを身体に取り付ける際の配置に物理的な制約はない。ツールキットは、モジュールをホストコンピュータ上で動作するソフトウェアを用いて束ね、一つのデバイスとして扱う。ツールキットのユーザはプロトタイピングのために必要なセンサやディスプレイ等が搭載されたモジュールを組み合わせ、モジュール制御用 SDK を用いてウェアラブルデバイス用アプリケーションを開発することによりウェアラブルデバイスを制作を行う。

#### 4.2 構成

ツールキットはハードウェアとソフトウェアの 2 つから構成される。ハードウェアはウェアラブルデバイスの構成要素となるモジュール及びホストコンピュータによって構成される。モジュールにはセンサを搭載したセンサモジュールとディスプレイを搭載したディスプレイモジュールがあり、1 つのモジュールには 1 つのセンサ及びディスプレイが搭載される。モジュールはホストコンピュータに接続される。また、ソフトウェアはモジュールを制御するソフトウェア及びモジュール制御用 SDK によって構成される。

モジュールは複数存在し、ホストコンピュータに接続される。ホストコンピュータはモジュール制御用 SDK を介してデータの送受信を行う。ツールキットの構成図を図 3 に示す。

モジュールにはセンサ及びディスプレイを制御するためのソフトウェアと無線通信のプログラムが書き込まれている。よって、ツールキットのユーザはモジュール制御用 SDK、ホストコンピュータの OS 標準ライブラリ、及び

ウェアラブルデバイス用アプリケーションのみ意識して開発を行えば良い(図 4 点線部分)。ソフトウェアスタックを図 4 に示す。

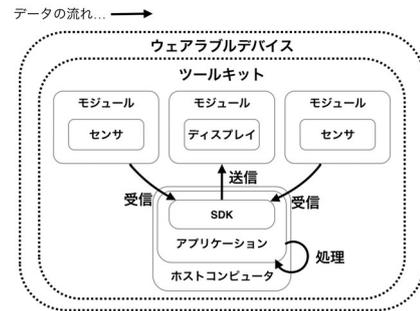


図 3 ツールキットを構成する要素と関係

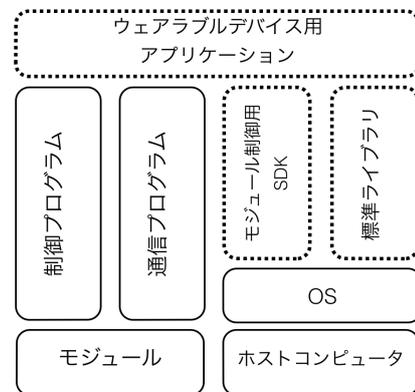


図 4 ツールキットのソフトウェアスタック

##### 4.2.1 センサモジュール

センサモジュールはセンサによって取得したデータを処理するためのモジュールである。ウェアラブルデバイスには加速度センサやジャイロセンサ、心拍センサなど様々なセンサが搭載されており、それらのセンサから取得したデータを処理することがウェアラブルデバイスに求められている。センサモジュールはセンサを制御するために必要な素子や無線通信のチップを搭載する。

##### 4.2.2 ディスプレイモジュール

ディスプレイモジュールはユーザに情報を提示するためのモジュールである。ウェアラブルデバイスの構成要素としてディスプレイは必要不可欠のものであり、デバイスのユーザに情報を提示するためのディスプレイには様々な形態が存在する。例えば、情報を文字や絵を使って提示する液晶ディスプレイや、振動を使って情報を提示する触覚ディスプレイなどが存在する。ディスプレイモジュールはそれらのディスプレイを制御するために必要な素子や無線通信するためのチップを搭載する。

##### 4.2.3 ホストコンピュータ

ホストコンピュータはモジュールを一元管理するための

ものである。ホストコンピュータはセンサモジュールからデータを取得し、そのデータはモジュール制御用 SDK が適宜処理した後にアプリケーションに提供される。また、ウェアラブルデバイスのユーザに提示する情報はモジュール制御用 SDK を介してディスプレイモジュールに送信される。

#### 4.2.4 モジュール制御用 SDK

モジュール制御用 SDK はホストコンピュータ上で動作する。SDK はオブジェクト指向言語で記述されており、各モジュールに対応するクラスに対してメソッドを実行する事によりモジュールを制御する。また、モジュールに対して規則を与えることによって制御することも可能とする。ここで言う規則とは、一定時間ごとに特定の処理を行う、あるセンサモジュールの値が閾値を超えた際に特定の処理を行う、というものである。なお、規則はセンサモジュールのみ与えることが可能である。ツールキットのユーザは SDK を用いて、ホストコンピュータ上で動作するウェアラブルデバイス用アプリケーションを開発する。

#### 4.3 実装

実装するにあたって、モジュールに搭載するセンサ及びディスプレイは市販のものを用い、必要に応じて AVR マイコンを搭載した。今回、AVR マイコンは Arduino Pro Mini を用いた。また、無線通信のチップは Konashi と呼ばれる Bluetooth Low Energy モジュールを用いた。ホストコンピュータは BLE と通信が行えるスマートフォン (iOS) を用いた。SDK は Objective-C と呼ばれるオブジェクト指向言語で実装した。モジュールの写真を図 5 に示す。図 5 は OLED ディスプレイモジュールである。

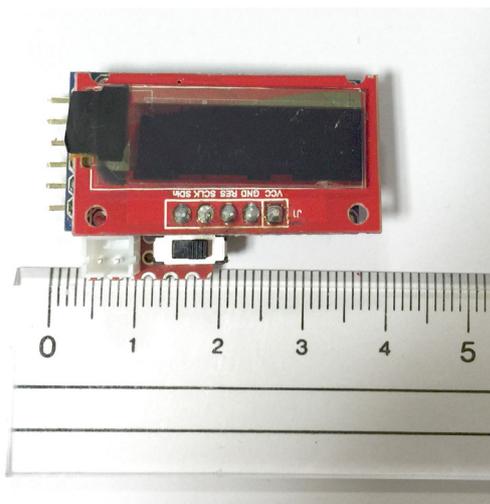


図 5 ツールキットで提供するモジュールの例

### 5. 議論

センサモジュールに与える規則において、閾値による制

御はセンサごとに開発者による細かいチューニングが必要となるため、抽象的な事象を扱える必要があると考えられる。抽象的な事象とは、加速度センサモジュールについて考えた際、「走っている」「歩いている」「ジャンプしている」といった事象が考えられる。

今後、プログラミングに対して知識のない人でもツールキットを利用できるように、SDK の機能を GUI を用いて制御できるようなインタフェースが必要になると考えられる。また、社会的な側面からの評価実験を行うための評価ツールについても開発を行い、ツールキットに含める必要があると考えられる。

現在、モジュールの設計において現在市販の基板やマイコンを使用しているが、専用基板や SoC を用いて小型化や省電力化及び高性能化が可能となると考えられる。

### 6. おわりに

今回、ウェアラブルデバイスのプロトタイプ制作を支援するツールキットの実装を行った。今後はモジュールに搭載するディスプレイやセンサの種類を増やし、また、SDK の改修を行いウェアラブルデバイス開発において広く利用されることを目指す。また、本稿で実装したツールキットをワークショップや被験者実験を用いて有用性を評価していく予定である。

#### 参考文献

- [1] littleBits Electronics Inc: littleBits (2014).
- [2] SeeedStudio: Xadow (2014).
- [3] Sony: Sony introduces MESH – a prototype creative technology platform (2014).
- [4] 英明城山, 剛 吉澤, 真紀子松尾, 綾子畑中: 制度化なき活動 日本における TA (テクノロジーアセスメント) 及び TA の活動の限界と教訓: 日本における TA (テクノロジーアセスメント) 及び TA 的活動の限界と教訓, 社会技術研究論文集, Vol. 7, pp. 199–210 (オンライン), DOI: 10.3392/sociotechnica.7.199 (2010).
- [5] 総務省: 平成 26 年版 情報通信白書, p. 240 (オンライン), 入手先 (<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/>) (2013).
- [6] 畠山卓朗: 高齢者や障がいがある人を対象とした支援技術開発と利用者ニーズについて (福祉と音声処理、一般), 電子情報通信学会技術研究報告. SP, 音声, Vol. 112, No. 222, pp. 53–56 (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009666530/>) (2012).
- [7] 寺田 努, 宮前雅一, 山下雅史: Wearable Toolkit: その場プログラミング環境実現のためのイベント駆動型ルール処理エンジンおよび関連ツール, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 6, pp. 1587–1597 (オンライン), 入手先 (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110007970449/>) (2009).
- [8] 富士通研究所: 省電力システムを実現するセンシング・ミドルウェアを開発ウェアラブル機器で人の状況を常時とらえ続けることが可能に (2014).
- [9] 野村総合研究所: 2020 年度までの IT 主要市場の規模とトレンドを展望 東京オリンピック・パラリンピックをマイルストーンにした IT 市場の動向 (2014).