

# スマートフォンとエルゴメータを用いたヘルスケア向けデータ管理方法の検討

川上勇剛<sup>†</sup> 伊藤 信行<sup>‡</sup> 梶 克彦<sup>†</sup> 内藤 克浩<sup>†</sup> 水野 忠則<sup>†</sup> 中條 直也<sup>†</sup>  
 愛知工業大学<sup>†</sup> 三菱電機エンジニアリング<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

近年，社会問題として運動不足による生活習慣病が問題となっている。

これに対してヘルスケアシステムで運動不足を解消する取り組みが考えられている。このとき公共の運動施設などの利用を想定した場合，数百人，数千人規模といった利用者の運動データの管理は，施設にとって負担が大きいという問題がある。そこで我々は，個人所有のスマートフォン（以下:スマホ）で運動データなどのデータ管理を行うヘルスケアシステムの研究を行っている [1][2]。

関連研究として，Fitbit[3] がある。腕時計に装着することで，歩数や心拍数等のデータを取得できるウェアラブルデバイスである。心拍数は，心肺機能の評価に役立つ。一方，我々が想定しているエルゴメータでは，心拍数に加えて筋力を測定できるという利点がある。

本研究では，スマホによるデータ管理方法の検討，スマートフォンアプリケーション（以下:スマホアプリ）の開発と，システムの高信頼化のための統計モデルを用いた障害監視手法について報告する。

## 2 提案するヘルスケアシステム

我々は，公共施設にとって，データ管理の負担が少なく，利用者にとって扱いやすいヘルスケアシステムの検討をしている。図1は，検討中のスマホとエルゴメータを用いたヘルスケアシステムの概要である。

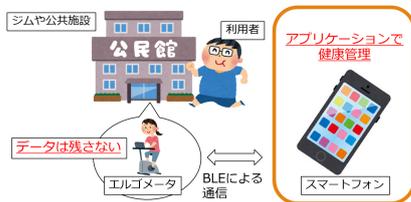


図 1. 提案するヘルスケアシステム

## 3 スマホでのデータ管理

スマホでのエルゴメータの運動データの管理について述べる。スマホアプリの要件と機能仕様を検討と開発を行う。また，障害監視についても検討と実験を行う。

### 3.1 スマホでのデータ管理の要件

スマホでデータ管理を行うための要件を表1で示す。

表 1. スマホアプリの要件

要件	機能仕様
利用者の認証	QRコードによる認証
運動データの送受信	BLEによる暗号化通信
運動データの管理	スマホによる管理
システムの信頼性の確保	統計モデルによる障害監視

### 3.2 スマホアプリの機能仕様

要件を満たす，スマホアプリの機能仕様を述べる。

#### 利用者の認証

エルゴメータのディスプレイに表示されたQRコードをスマホのカメラで読み取り認証を行う。

#### 運動データの送受信

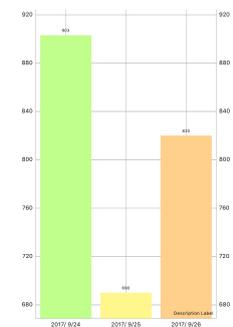
BLEを用いて，暗号化した運動データを受け渡す。情報漏洩防止のため，運動終了後，エルゴメータのデータは消去する。

#### 運動データの管理

スマホアプリのデータベースで管理する。データベースは，モバイル向けの Realm[4] を使用する。図2にデータ例を示す。



a ホーム画面



b 運動データの可視化

図 2. スマホアプリ

A Study on Data Management Method for Healthcare Using Smartphone and Ergometer

<sup>†</sup> Yugo Kawakami, Katsuhiko Kaji, Katsuhiko Naito, Tadanori Mizuno and Naoya Chujo: Aichi Institute of Technology

<sup>‡</sup> Nobuyuki Ito: Mitsubishi Electric Engineering Co., Ltd.

### システムの信頼性の確保

システム出力データに対して、統計モデルによる障害監視を行う。利用者の心拍の異常やシステムの故障等を検知することで、システムの信頼性の確保を行う。

### 3.3 スマホによる障害監視

システムの高信頼化のために、統計モデルによる障害監視手法の提案および実験を行う。データベースに蓄積された運動データから、正規分布による正常モデルの作成を行う。システム稼働時に、正常モデルから外れる値を取得した際に、異常として知らせる。

### 3.4 監視する異常・障害

本研究では、利用者の心拍数とエルゴメータのデータを異常・障害監視して、システムの高信頼化を目指す。

まず、利用者の心拍数の異常の監視である。日頃の運動時の心拍数と異なる心拍数を取得した際に利用者に知らせることで、体調不良の発見に繋がるのではないかと考えている。本研究では、利用者の心拍数の異常発見のための運動実験を行った。

次に検討中であるが、エルゴメータのハードウェアの障害の監視である。センサの故障によって、実際とは異なるデータを利用者に提示してしまう等の障害を未然に防げられると考えている。

### 3.5 運動実験

エルゴメータの一種である、トレッドミルを用いて図3の運動実験を行った。10分間の歩行運動を休憩を挟んで行った。Fitbitを装着し、心拍数を取得し、記録した。



図 3. 運動実験の内容

17回分の運動実験を行った。図4は、運動実験の心拍数である。縦軸が心拍数 [bpm] で、横軸が時間 [min] である。黒線が心拍の平均である。破線が正規分布による心拍の正常モデルである。

日頃の運動時の心拍数と異なる心拍数を生成するために、両足に 2kg の重りを付けて運動実験を行った。足に重りを付けて運動した心拍数を図4の赤線で示す。

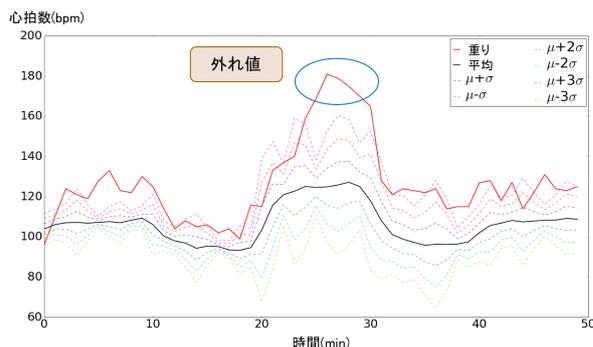


図 4. 運動実験の心拍数

重りを付けた運動データは、 $\mu \pm 3\sigma$  から外れる結果となった。特に青丸の部分は、正常モデルから大きく外れている。正常モデルから、大きく外れた値を取得した際に、異常を検知出来る可能性がある。

しかし、心拍変動は、複雑な要因で起こるとされており [5]、他のモデル手法の検討も必要である。

## 4 おわりに

本研究では、スマホによるデータ管理方法の検討、スマホアプリの開発と、統計モデルを用いた障害監視手法について提案と実験を行った。

開発したスマホアプリでは、QRコードによる認証と暗号化された BLE 通信によって、エルゴメータの運動データをスマホで表示できることを確認した。また、障害監視手法の実験では、普段とは異なる心拍を取得した際に、異常を検知する可能性があることが分かった。

## 参考文献

- [1] 小林良輔 他:電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会:エルゴメーターとスマートフォンの連携による健康管理システムの基礎検討,2017.
- [2] 大西晃誠 他:情報処理学会 MBL 第 77 回研究発表会:MBLWiP-20:健康維持に必要な有効運動量の推定に関する考察—心拍センサと加速度センサの併用,2015.
- [3] Fitbit:アクティビティ記録デバイスなどの情報が得られる Fitbit オフィシャルサイト:<https://www.fitbit.com/jp/home>(2018年1月11日アクセス)
- [4] Realm:Realm: Create reactive mobile apps in a fraction of the time:<https://realm.io/jp/>(2018年1月11日アクセス)
- [5] 中川千鶴:公益財団法人 鉄道総合技術研究所:人間工学のための計測手法第 4 部:生体電気現象その他の計測と解析 (5) -自律神経系指標の計測と解析-,2016.