2V-03

歩行計測・運動解析と環境データの統合分析並びに IoT 化の研究

岡田 大貴†
†東京電機大学大学院 理工学研究科

1. はじめに

センサの小型化や性能上昇に伴い，スマートフォンなどのモバイルデバイスをはじめ我々の身近なものや場所に応用され，センシング対象が拡大しつつある。従来ではハードウェアの制御に用いられることが主だったが，近年の健康志向の高まりから健康管理やスポーツ，理学療法において人の動きやアクティビティなどの動作を計測・解析するシステムの需要が増えてきている。フィットネスバンドなどのリストウォッチ型の活動量計の誕生・普及がその最たる例である。また，健康管理情報の領域が区分けされており医師の診断が必要でない領域(ウェルネス・プレメディカルとも呼ばれる領域)での開発競争が激化している。しかしその記録方法や管理はアプリケーションに依存し，異なるプラットフォーム間（OS の違い等）でのデータ閲覧・管理は考慮されておらず情報の利活用に難がある。

2. 関連研究

2.1 センサを利用した歩行計測

従来臨床における歩行分析は目視によって行われており，医師や療法士など専門知識を有する者によって判断されていた。しかし目視では判断に個人差が生じるために客観性が欠ける問題があった。そこで小型の加速度センサを用いることで加速度波形から歩行軌跡を求め，その軌跡から運動学的解析を行う手法が提案された。位置や移動量を求める過程で重力加速度や床反力(接地時の反動)が含まれるために累積誤差が問題となったが慣性・磁気センサやマップマッチングのアルゴリズムの導入による誤差を低減させる研究が行われ，さらに加速度データから歩行軌跡を求める際の累積誤差を低減させる新しい軌跡算出法が提案された[1]ことで，現在実用化・有効活用されている。

3. 研究目的

センサを利用して記録した歩行・運動データを M2M, IoT 化してクラウド上で情報共有する手法とし，データ閲覧・管理システムを端末等に依存しないプラットフォームフリーな環境(シンクライアント)を実現することを目標とする。またスマートフォンを利用し，計測場所を屋内外問わないロケーションフリーな利用環境の構築と評価を行う。また位置情報，気温などの環境情報を得られるセンサや心拍，体温などのバイタル情報を得られるセンサを付加することで統合的な分析を可能にするシステムを構築する。

4. 提案手法

以下に本研究のシステム概要図を示す。

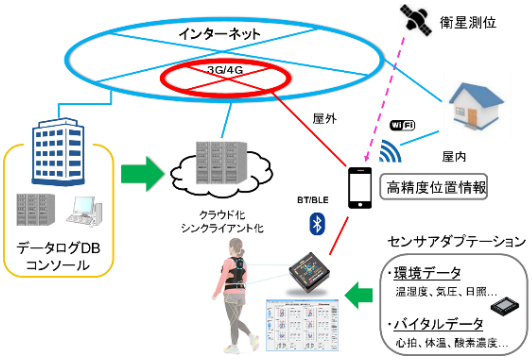

Fig.1 システム全体図

上記システムはネットワーク部とハードウェア部から構成される。

4.1 ネットワーク

プラットフォームフリーな環境を構築するために，データ処理は Web ブラウザを利用した Web アプリケーションを作成する。Web ブラウザをプラットフォームにすることで，インターネットに接続可能な端末であれば OS や端末形態に依らず利用することが可能である。センサから得られるデータはテキストデ

The Integrated analysis of walking , motion and environmental data
Daiki Okada†
†School of Science and Engineering, Tokyo Denki University Graduate School

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

ータに変換し，サーバサイドスクリプトである PHP でデータベースへデータを挿入する。データ出力も Web 上で行い，データテーブルの表示を行う。グラフ作成は API を利用することで Web 上に実装する。

4.2 ハードウェア構成

周辺環境情報やバイタル情報取得の為に各種センサを用いるが，センサ制御の為に Raspberry Pi Zero W(以下ラズパイ)を利用する。システムの評価にあたってセンサは歩行・運動時の体幹動揺を検出するための 6 軸ジャイロセンサと，位置情報を取得する為に基板実装可能な GPS モジュールを使用した。またバイタル情報として心拍センサを利用することで運動強度の解析を可能にする。まずジャイロセンサから加速度データと慣性データをテキスト化し，GPS モジュールから得られる NMEA センテンスからは GPGAA(位置情報データ)の項目のみ抽出し，テキストデータとしてログするスクリプトをラズパイ上に実装する。同様に心拍センサから得られる心拍数を 1[s]ごとにログしテキストデータとして書き出す。テキストデータは同一データベース上の異なるテーブルに挿入され、SQL でテーブル結合を実行することで各データを比較することを可能にする。GPS データは PHP を用いて XML に変換することで Google Map の API を使用できるため GPS ロガーとして活用する。

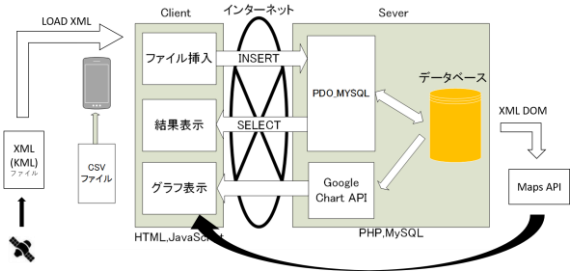

Fig.2 データ処理ワークフロー

データのアップロードは、使用したラズパイが Bluetooth Low Energy(BLE)のモジュールを搭載しているため HTML5 の Web Bluetooth API を利用した。ブラウザ上で Bluetooth を扱うことによって、従来 OS ごとに必要とされてきたネイティブアプリケーションの構築が不要となる。

5.評価とまとめ

6 軸ジャイロセンサを腰部に装着して，歩行計測を行った際のデータを Chart Tools(API)を用いてブラウザ上で描写したようすを以下に示す。サンプリングレートは 1[Hz]で行った。

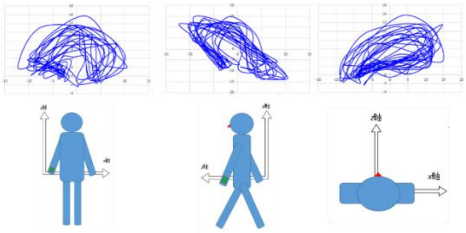

Fig.3 API を用いたグラフ描写

Fig.3 は加工を行っていない加速度データをグラフ化したものであり，重力加速度および床反力を含んでいるがサーバ上に処理するためのプログラムを設置するに至っていない。ジャイロセンサから得られる体幹動揺データと GPS モジュールから得られる位置情報を比較することで，地形的要因(勾配や標高)による運動の変化が解析可能になった。

Fig.4 三次元 GPS データ可視化

次に心拍データをテキストデータに変換しブラウザ上でグラフ化した様子を以下に示す。

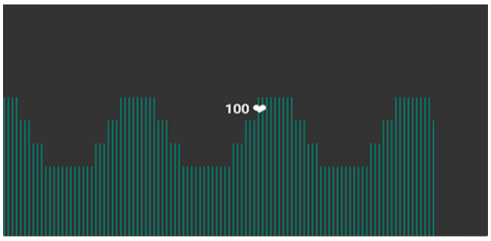

Fig.5 心拍データ

以上の Fig.3,4,5 から歩行時に関する地形変化と心拍数の変化をブラウザ上で比較することで統合的な解析が可能になった。

参考文献

1). 小林哲平ほか ｜ 加速度センサを用いた運動学的歩行分析システム ｜ 計測自動制御学会論文集 Vol.42(2006)

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.