

## 高齢労働者の身体機能を評価するシングルページアプリケーションの開発

研究分担者 村上遥 東京大学工学部

研究要旨：高齢者雇用安定法が改正(2012年)され、65歳までの雇用機会が確保されるようになった。また休業4日以上労働災害による死傷者において、高齢労働者（60歳以上）が占める割合も増加傾向にあり、その対策は喫緊の課題である。本研究班は高齢労働者が安全に働くための基礎的条件となる身体機能評価法の確立を目指している。

身体機能計測には、スマートフォンアプリケーションを応用できる可能性があり、本研究班でも2ステップ、5回椅子立ち座り、座位ステップング、ステップテスト、開眼片足立ち、ファンクショナルリーチ、歩行速度など様々な身体機能計測法を取り入れている。これら身体機能計測において、スマートフォンアプリケーションとして実装可能な評価の検討を行い、アプリケーションを開発した。

### A. 研究目的

高齢者雇用安定法が改正(2012年)され、65歳までの雇用機会が確保されるようになった。また休業4日以上労働災害による死傷者において、高齢労働者（60歳以上）が占める割合も増加傾向にあり、その対策は喫緊の課題である。本研究班は高齢労働者が安全に働くための基礎的条件となる身体機能評価法の確立を目指している。

身体機能計測には、スマートフォンアプリケーションを応用できる可能性があり、本研究班でも2ステップ、5回椅子立ち座り、座位ステップング、ステップテスト、開眼片足立ち、ファンクショナルリーチ、歩行速度など様々な身体機能計測法を取り入れている。これら身体機能計測において、スマートフォンアプリケーションとして実装可能な評価の検討を行い、アプリケーションを開発した。

### B. 研究方法

ブラウザタイプのシングルページアプリケーションとしての開発を構想した。Web技術で対話的に操作するアプリケーションを構築する場合、利用者の入力や操作をサーバへのページ読み込み要求として伝達し、操作結果を反映したWebページをブラウザが読み込むというサイクルを繰り返すのが一般的である。

これに対し、シングルページアプリケーションでは最初にブラウザ側に通信機能を持ったスクリプトを読み込み、利用者の操作や入力が行わ

れるとスクリプトの内部処理でサーバ側との通信が行われ、入力の送信、応答の取得、表示内容の更新が行われる。

操作の度にページ全体の再読み込みを行う通常の方式に比べ、ページ上の必要な部分だけを更新するため軽快に動作させることができる。

またスマートフォンにはジャイロセンサーと加速度計が搭載されているのでこれを制御して評価を行えば、別にセンサーを用意しなくても日常生活での運動機能計測が可能になるものと予想される。

### C. 研究結果・D. 考察

足の踏み出しと接地でのコンタクトが大きく、ノイズが乗りやすい2ステップテストと、「ファンクショナルリーチ」は、動的バランス能力の測定のため、バランスを崩さずにどのくらいからだを傾斜できるか測定するものであるが、検査の性質上加速度センサーが反応しづらい。

そこで下記5項目の計測アプリケーション

- ・5回立ち座り
- ・6m歩行
- ・片足バランス
- ・8回ステップ
- ・閉眼バランス

シングルページアプリケーションとして開発した。

#### 5回立ち座り

大腿にデバイスを装着することを想定  
計測値

所要時間 (秒) : 開始から 5 回目の立ち→座りを検出するまでの時間

リズム一定度 (%) : 座り→座りの間隔の変動係数百分率を 100 から引いたもの

アルゴリズム

デバイスの Y 軸と重力方向のなす角を監視し、下記条件で立ち座りを判定

座り :  $90 \pm 20^\circ$

立ち :  $0 \pm 20^\circ$

5 回目の立ち→座りを検出した時点で計測終了

### 6m 歩行

大腿にデバイスを装着することを想定

計測値

所要時間 (秒) : 開始から 6m 経過するまでの時間

速度 (m/秒) :  $6m / \text{所要時間}$

リズム一定度 (%) : 足の垂直→垂直の間隔の変動係数百分率を 100 から引いたもの

アルゴリズム

入力 : 股下の長さ

デバイスの Y 軸と重力方向のなす角を監視し、股下  $\times$  ( $\Delta$ 角度) の絶対値を歩行距離に追加

$\Delta$ 角度はノイズの影響を減らすため、 $1^\circ$  未満の場合はスキップ

距離が 6m になった時点で終了

足の垂直判定は、なす角が  $0 \pm 10^\circ$  の時

### 片足バランス

上げる足の腿にデバイスを装着することを想定

計測値

所要時間 (秒) : 開始検知から終了検知までの時間

安定度 (%) : 計測中、不安定と判定された時間の百分率を 100 から引いたもの

アルゴリズム

デバイスの Y 軸と重力方向のなす角を監視し、 $45^\circ$  以上に上がれば計測を開始、 $30^\circ$  以下に下がれば計測終了

デバイスの Z 軸と重力方向のなす角を監視し、 $\pm 15^\circ$  以上であれば不安定と判定

### 8 回ステップ

左腿にデバイスを装着することを想定  
計測値

所要時間 (秒) : 開始から左足の 4 回目の台→地面を検出するまでの時間

リズム一定度 (%) : 左足が地面→地面の間隔の変動係数百分率を 100 から引いたもの

アルゴリズム

デバイスの Y 軸と重力方向のなす角を監視し、下記条件で地面 or 台を判定

地面 :  $20^\circ$  以下

台 :  $40^\circ$  以上

4 回目の台→地面を検出した時点で計測終了

### 閉眼バランス

前側の足の腿にデバイスを装着することを想定

計測値

所要時間 (秒) : 開始から終了検知までの時間

安定度 (%) : 計測中、不安定と判定された時間の百分率を 100 から引いたもの

アルゴリズム

30 秒経過 or  $100\text{rad/s}$  以上の Y 軸角速度を検知すると終了

$10\text{rad/s}$  以上の Y 軸角速度を検知している間は不安定と判定

### E. 結論

調査などでより実施しやすい検査を提案することを目的に高年齢労働者の身体機能を評価する身体機能を評価するシングルページアプリケーションを開発した。

### F. 健康危険情報

総括研究報告書にまとめて記載。

### G. 研究発表 なし

### H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

なし