

Leap Motion を用いた手指タッピング運動の評価システムの開発

加地 浩誠† 菅野 正嗣† 高畑 進一† 内藤 泰男†

大阪府立大学†

1. はじめに

親指と人差し指によるタッピング運動を解析することで、認知症の早期発見を行う試みが研究されている[1]。これは指先に磁気センサを装着することでタッピングを計測しているが、センサを指先に装着することで違和感が生じるなどの問題がある。そこで本研究では、手指の動きを非接触で測定できる Leap Motion を用いてタッピング運動を計測するためのアプリケーションを開発する。このアプリケーションでは、一定のリズムで視覚刺激や聴覚刺激を被験者に提示する。そして、被験者のタッピングがそれらの外部刺激のリズムに追従できるかどうか、また外部刺激を中断した後にタッピングのリズムを維持できるかどうかを測定することで、運動学習能力を定量化することができると考えた。

2. Leap Motion によるタッピングの測定

Leap Motion は赤外線 LED とカメラによる画像を認識して手指の動きを検出し、1/100 mm の精度で計測することが可能である。手の検出可能範囲は半径 50 センチ程度、中心角 110 度である。本研究で提案するアプリケーションは Unity 2017.1.0f3 を利用し、C#を用いて開発した。このアプリケーションは、被験者が Leap Motion に手をかざしている間、連続して手の特定の部位の 3 次元空間における位置座標を取得し、特定の動作やその動作を行った時刻を記録する。



図1 Leap Motion によるタッピングの測定

3. 開発したアプリケーション

3.1 測定の流れ

アプリケーション起動時に、タッピングの種類、外部刺激の種類、刺激出力間隔と測定時間、測定途中で刺激出力を停止するか等の 4 項目を設定し、測定を開始する。刺激出力間隔は、健康な人の平均タッピング数が 1 秒間に 4 回であることから、最小の間隔を 0.25 秒とした[2]。また、そのように短い間隔の外部刺激ではタッピングが追従できない被験者が存在することを考慮し、最大値を 1 秒とした。測定が終わると、タッピングと外部刺激のずれ時間やタッピング成功数などの結果を csv ファイルに出力する。

3.2 タッピングの種類

タッピングは両手同時と左右交互の 2 種類が測定できるようにした。同時タッピングは、両手の親指と人差し指を同じタイミングで閉じたり開いたりできるかを測定する。また、交互タッピングは片側の手の親指と人差し指を閉じると、もう片側の手の親指と人差し指を開き、それを交互に行うことができるかを測定する。タッピングが成功したかどうかを分かりやすくするために、親指と人差し指の先端が接触している状態では、その指の周りに輪が表示されるようにした。(図 2, 3 参照)

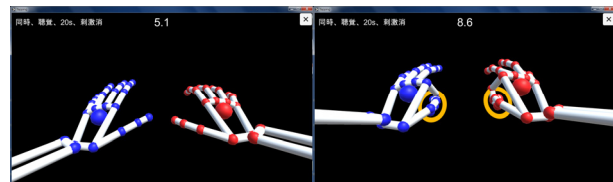


図2 同時タッピング

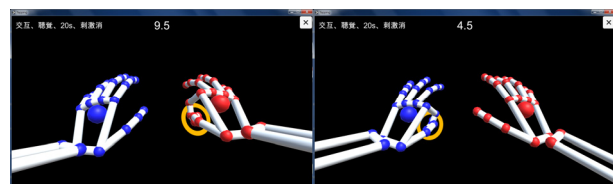


図3 交互タッピング

Development of finger tapping motion evaluation system using Leap Motion

Hironobu Kaji†, Masashi Sugano†, Shinichi Takabatake†, Yasuo Naitoh†

† Osaka Prefecture University

3.3 外部刺激の種類

外部刺激は視覚刺激と聴覚刺激，その両方を出力する3パターンが設定できるようにした．視覚刺激は測定画面の左右に1つずつ配置された丸を点滅させる(図4)．同時タッピングを測定する場合は2つの円形を同じタイミングで点滅させ，交互タッピングを測定する場合は2つの円形を交互に点滅させる．聴覚刺激の場合は，刺激を出力するタイミングでPCから短い音を出す．設定によって，視覚刺激のみ，聴覚刺激のみ，視覚と聴覚を同時に出力することを選択することができる．

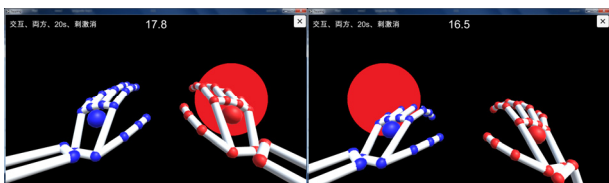


図4 視覚刺激

4. 実験

4.1 同時タッピングの判別

開発したアプリケーションが正しく動作していることを検証するための実験を行った．はじめに，【タッピングの種類:同時，外部刺激の種類:視覚聴覚両方，刺激出力間隔:0.25秒，測定途中で刺激出力を停止する:有効】の設定で測定を行った．図5に6~7秒間の外部刺激の出力イメージ，および手の動作と測定結果を示す．

「開」は親指と人差し指を離す動作，「閉」は親指と人差し指を閉じる動作，「(開)」は親指と人差し指が離れている状態，「(閉)」は親指と人差し指が閉じている状態を表す．同時タッピングでは，外部刺激を出力するタイミングに対して，刺激出力間隔値の半分である前後0.125秒の間に，両手が「(開)→閉→開」の動作を行ったときにタップ成功と判別し，「(開)→閉」のように指を閉じる動作のみの場合は，「(閉)→開→閉→開」のように動作が余分に多い場合はタップ失敗と判別する．測定した結果は図のようになり，タッピングの成功・失敗を正しく測定できることが確認できた．

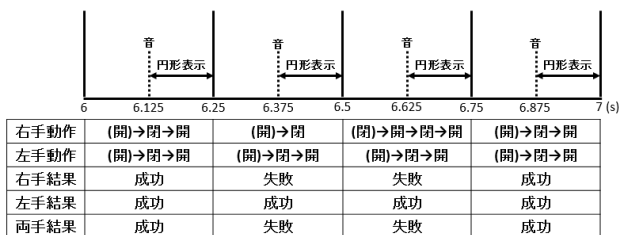


図5 同時タッピングの動作結果

4.2 交互タッピングの判別

次に，【タッピングの種類:交互，外部刺激の種類:視覚聴覚両方，刺激出力間隔:0.25秒，測定途中で刺激出力を停止する:有効】の設定で測定を行った．交互タッピングでは，画面の右側の円形が消え，左側に円形が表示される瞬間の前後0.125秒の間に，右手が「(閉)→開」，左手が「(開)→閉」の動作を行ったときに成功と判別する．また，画面の右側に円形が表示され，左側の円形が消える瞬間の前後0.125秒の間に右手が「(開)→閉」，左手が「(閉)→開」の動作を行ったときも成功と判別する．画面の右の円形が表示され，左に円形が消えたときに，右手が「(閉)→開」，左手が「(開)→閉」のように，左右の円形の点滅と手の動作の左右が一致しない場合は失敗と判別する．測定した結果は図のようになり，測定できることが確認できた．



図6 交互タッピングの動作結果

5. まとめ

本研究では，Leap Motionによって手指の位置を検出することで，非接触でタッピング運動を測定できることが確認できた．今後は，患者を対象としたデータの収集・解析を行うことで，認知症の早期発見のための簡易な検査方法を確立することを目指す．さらに，認知症だけでなく，パーキンソン病などのさまざまな疾患への適用を模索する．

参考文献

- [1] 鈴村彰太, 大沢愛子, 長濱大志, 近藤和泉, 佐野佑子, 神鳥明彦, 軽度認知機能障害者及び Alzheimer 病患者の手指運動機能評価—指タップ運動と認知機能の関係—, Japanese Journal of Comprehensive Rehabilitation Science, 7, 19-28, 2016.
- [2] 吉田直樹, 伊藤隆, 上野武治, 聴覚刺激と視覚刺激を用いた痴呆老年者・非痴呆老年者・健康若年者のリズムタッピング能力の比較, 北海道大学医療技術短期学部紀要, 8, 65-79, 1995.