



国立大学法人
東京医科歯科大学
TOKYO MEDICAL AND DENTAL UNIVERSITY



慶應義塾大学

令和3年9月27日

科学技術振興機構（JST）
東京医科歯科大学
慶應義塾大学

非接触型センサーを用いた手指動作解析で頸髄症をスクリーニング ～機械学習により疾患の有無を推定し早期診断・治療へ～

ポイント

- 手指の動かしにくさや歩行のふらつきを引き起こす頸髄症（けいずいしょう）の簡便な検査方法が望まれていた。
- 非接触型センサーを用いて手指の動きのデータを取得し、機械学習により疾患の有無を推定するツールを開発、専門医の診断と同等以上の高い精度を得た。
- 専門医のいない環境でも簡単に検査し、早期診断と早期治療につなげることを目指す。

JST 戦略的創造研究推進事業において、東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科の藤田 浩二 講師、慶應義塾大学 理工学部 杉浦 裕太 准教授らの研究グループは、非接触型センサーを用いた手指動作解析と機械学習^{注1}を組み合わせることにより、頸髄症^{注2}を簡便にスクリーニングする方法を開発しました。

頸髄症は、頸部で脊髄が圧迫されることで手指の動かしにくさや歩行のふらつきを引き起こす疾患ですが、初期は自覚症状が乏しいことや、専門医以外では診断が難しいことなどから、専門病院を受診し頸髄症と診断されるまでの間に症状が悪化してしまうことがあります。そのため、早期診断と早期治療につながるスクリーニングツールの開発が望まれています。

本研究グループは、頸髄症の悪化に伴って手指の動きが悪くなることに着目し、その特徴を解析しました。非接触型センサーを使って手指の動作データを記録して、機械学習により、疾患の有無を推定するプログラムを作成しました。計1分程度の簡単な手指の運動をするだけで、専門医による既存の身体診察と同等以上の精度で頸髄症の可能性を検査できます。

開発したツールにより、専門医のいない環境でも頸髄症の可能性をスクリーニングできるようになります。検査により、頸髄症が疑われる場合には専門医受診を促し、早期診断、早期治療につなげることが可能となります。最終的には、疾患の重症化による身体機能の低下、社会的損失を防ぐことを目指します。

本研究成果は2021年9月24日、「Spine」に掲載されました。

本成果は、以下の事業・研究領域・研究課題によって得られました。

JST 戦略的創造研究推進事業 AIP加速PRISM研究

研究課題：「健康貯金のための運動誘発AI基盤構築」（JPMJCR18Y2）

研究者：杉浦 裕太（慶應義塾大学 理工学部 准教授）

AIP加速PRISM研究は、官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）推進費を活

用しつつ、JSTのAIPネットワークラボにおける特定成果の強化・加速をはかるものです。

上記研究課題では、生活者が日常生活を送る中で、無意識に健康貯金が可能な情報基盤技術を構築することを目標とし、この技術によって生活者の健康寿命を延伸し、さらに身体能力の拡張を実現するものです。

JST 戦略的創造研究推進事業 さきがけ

研究領域：「人とインタラクションの未来」（研究総括：暦本 純一 東京大学 大学院情報学環教授／株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所 副所長）

研究課題：「セルフリハビリテーションを促進するシステム基盤構築」（JPMJPR17J4）

研究者：杉浦 裕太（慶應義塾大学 理工学部 准教授）

JSTはこの領域で、情報科学技術をはじめとする各種の技術により、人間と人間、人間と機械、人間と情報環境、人間と実世界環境などの多様な状況でのインタラクションの進展に資する人間の能力を拡張するための新たな技術や人間と環境が高度に調和する技術の創出、インタラクション理解のさらなる深化を目指します。

上記研究課題ではIoT技術を用いて、病院以外での地域包括ケアシステムや生活環境でリハビリ実施を促すシステム基盤を構築し、整形外科疾患における運動機能回復を目指します。

公益財団法人 整形災害外科学研究助成財団「アルケア賞」

研究課題：「非接触型センサーを用いた、頚椎症性脊髄症における巧緻運動障害評価法の開発と早期診断への応用」

研究者：小山 恭史（東京医科歯科大学 整形外科学分野 大学院生）

<研究の背景と経緯>

頚髄症は、症状として巧緻運動障害という手指の動かしにくさや、痙性歩行という歩行のふらつきを引き起こします。発症後は徐々に症状が進行しますが、重症化すると手を用いた細かい作業がしにくく、転倒のリスクも高まり、日常生活に大きな支障をきたします。専門医による診察やMRI検査により診断は可能ですが、初期は自覚症状が乏しいことや、専門医以外では経過観察が続き診断に至らないことなどから、専門医を受診するまでに時間がかかり、症状が悪化してしまうことがあります。そこで、早期診断と早期治療につなげるため、専門知識がなくとも施行可能な簡便なスクリーニングツールの開発が望まれています。

<研究の内容>

本研究では、頚髄症による手指動作の変化に着目しました。従来の診察の1つに、10秒テストという手指の開閉を10秒間繰り返す検査がありますが、この検査ではその開閉の回数のみを計測しており、手指の動かしにくさを手首の動きで代償するなどといった頚髄症患者特有の動作の変化には着目できていません。この運動に対し、Leap Motion（UltraLeap社）（図1）という手指動作をリアルタイムで計測できるセンサーを用いることで、より詳細な変化を抽出することが可能となり、さらに機械学習を用いることで疾患の有無の予測が可能になると考えました。

被験者はノートパソコンに接続したLeap Motionの前に座り、腕を伸ばした状態で手指の開閉動作をできる限り速く20回行います（図2）。この間の手指の動きはLeap Motionにより、リアルタイムでディスプレイ上に表示され、データとして記録されます（図3）。

今回は頚髄症患者50名、頚髄症がない被験者28名を対象とし、Leap Motionによって得られた各手指の時系列データを周波数領域に変換し、SVM（support vector machine）で機械学習を行いました。最終的に感度^{注3}84%、

特異度^{注4} 60.7%、AUC^{注5} 0.85という精度の高い結果が得られました。これは専門医が診察時に行う身体所見と同等以上の精度となります。（過去の文献[※]では従来の10秒テストの精度は感度73%、特異度66%、AUC 0.77程度となっています。）

<今後の展開>

今回用いたLeap Motionは、従来の動作解析の分野で頻繁に使用されるモーションキャプチャなどと異なり、体に直接センサーを装着する必要がないため、簡便かつ短時間で検査が可能となります。また現在の新型コロナウイルスがまん延している環境において、非接触で検査ができることは重要です。さらに、機械学習を使用することで、Leap Motionが記録した高次元データの解析が可能となり、高い精度が得られました。これらの点から、今回の検査は、大人数を対象としたスクリーニングに適していると考えます。

今後、今回の検査システムが社会実装されれば、この検査で頸髄症が疑われた場合に、専門医への早期受診を促し、専門医による早期診断、早期治療につなげるシステムを作ることが可能となります。最終的には、疾患の重症化による身体機能の低下、社会的損失を防ぐことを目指します。また、手指に障害が生じる他の疾患のデータを収集することで、様々な疾患の早期発見にも適応できる可能性があり、より幅広い医療への貢献が見込まれます。

※参考文献

Machino M, Ando K, Kobayashi K, et al. Cut off value in each gender and decade of 10-s grip and release and 10-s step test: a comparative study between 454 patients with cervical spondylotic myelopathy and 818 healthy subjects. Clin Neurol Neurosurg 2019;184:105414.

<参考図>



図1 Leap Motion

Ultraleap社の開発した小型センサーです。赤外線を用いて、手指の位置や動きをリアルタイムで抽出、表示することが可能です。

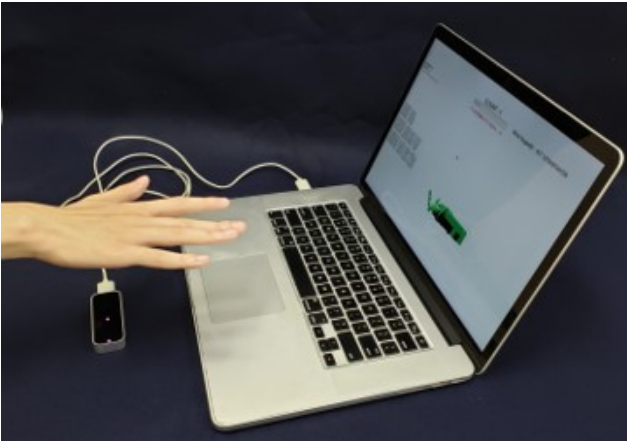


図2 計測方法

USBでノートパソコンに接続したLeap Motionの前に座り、腕を伸ばした状態で手指の開閉動作をできる限り速く1分程度で20回行います。

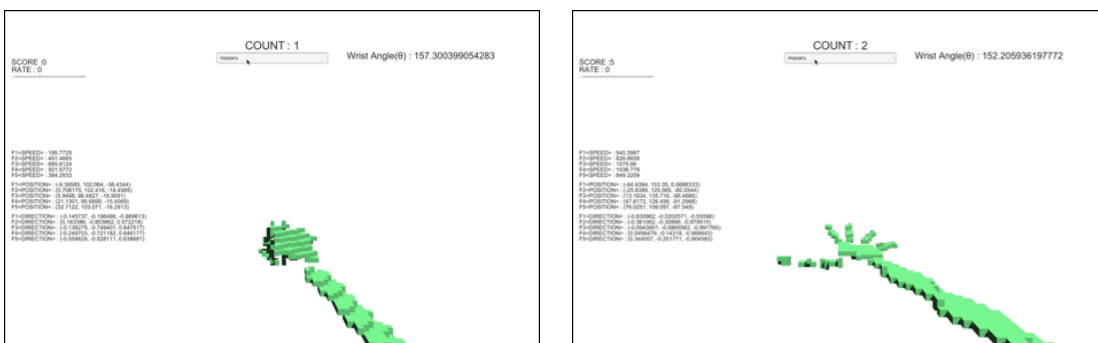


図3 計測中の画面表示（左：手指を閉じたとき、右：手指を開いたとき）

手指の動きはLeap Motionにより、リアルタイムでディスプレイ上に表示され、データとして記録されます。

<用語解説>

- 注1) 機械学習：与えられた課題に対し、コンピューターが学習し、自動的に結果を計算する仕組みです。
- 注2) 頸髄症：頸椎（首の骨）の中で脊髄が圧迫されて起こる疾患です。正式には、発生の仕方により、頸椎症性脊髄症や頸椎後縦靭帯骨化症といった病名で診断されます。
- 注3) 感度：疾患のある被検者が検査を受け、陽性の結果が出る割合です。
- 注4) 特異度：疾患のない被検者が検査を受け、陰性の結果が出る割合です。
- 注5) AUC：Area Under the Curveの略です。検査方法の評価項目の1つで、0から1の値をとり、1に近いほど、精度の良い検査となります。

<論文タイトル>

“Cervical Myelopathy Screening with Machine Learning Algorithm Focusing on Finger Motion Using Noncontact Sensor”

(非接触型センサーを用いた手指動作解析による頸髄症のスクリーニング)

DOI : 10.1097/BRS.0000000000004243

<お問い合わせ先>

<研究に関すること>

藤田 浩二 (フジタ コウジ)

東京医科歯科大学 大学院医歯学総合研究科 運動器機能形態学講座 講師

〒113-8510 東京都文京区湯島 1-5-45

Tel : 03-5803-5279 / 090-4171-4732

E-mail : fujiorth@tmd.ac.jp

杉浦 裕太 (スギウラ ユウタ)

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科 准教授

〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

Tel : 045-566-1769

E-mail : sugiura@keio.jp

<JST事業に関すること>

舘澤 博子 (タテサワ ヒロコ)

科学技術振興機構 戦略研究推進部 ICTグループ

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 K's 五番町

Tel : 03-3512-3526 Fax : 03-3222-2066

E-mail : presto@jst.go.jp

<報道担当>

科学技術振興機構 広報課

〒102-8666 東京都千代田区四番町 5 番地 3

Tel : 03-5214-8404 Fax : 03-5214-8432

E-mail : jstkoho@jst.go.jp

東京医科歯科大学 総務部 総務秘書課 広報係
〒113-8510 東京都文京区湯島 1-5-4 5
Tel : 03-5803-5833 Fax : 03-5803-0272
E-mail : kouhou.adm@tmd.ac.jp

慶應義塾 広報室
〒108-8345 東京都港区三田 2丁目 1 5-4 5
Tel : 03-5427-1541 Fax : 03-5441-7640
E-mail : m-pr@adst.keio.ac.jp