

令和 6 年 5 月 20 日現在

機関番号：32651

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K18449

研究課題名（和文）先天異常手の治療戦略に客観性と再現性をもたらす動作解析

研究課題名（英文）Motion analysis to bring objectivity and reproducibility to treatment strategies for congenital abnormal hands.

研究代表者

西村 礼司（Nishimura, Reiji）

東京慈恵会医科大学・医学部・講師

研究者番号：60529733

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：指、あるいは任意の身体部位に小さなセンサを設置するだけで、基準点に対する相対的な運動を計測することのできるジャイロセンサシステムを開発することができた。これは、小さな無線センサとPC用ソフトウェアから成る。センサは複数個を同時接続して、相対的な角度変化を記録することができる。これにより、成人の指であれば運動を経時的データとして記録することができる。本システムの利用例として、示指の末節にセンサを設置し、手背に基準となるセンサーを設置することで、示指の屈曲、伸展角度の変化が記録できることを報告した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

インターネットに接続された携帯電話を始めとする様々なデバイスの影響で、我々を取り巻く社会環境は急速に変化している。その中でも依然、手の重要性は変わっていない。手は脳に直結しているインターフェイスでもあるため、その動きから得られる情報は非常に意義がある。本研究で開発された、安価にかつ無線で指の運動を計測するシステムは、手の動きから客観的かつ経時的データを取り出すことができ、医学に留まらない広い応用範囲がある。

研究成果の概要（英文）：We were able to develop a gyro-sensor system that can measure motion relative to a reference point by simply placing a small sensor on a finger or any body part. It consists of a small wireless sensor and PC software. Multiple sensors can be connected simultaneously to record relative angular changes. This allows the movement of an adult finger to be recorded as data over time. As an example of the use of this system, we reported that by placing a sensor at the distal end of the index finger and a reference sensor on the dorsum of the hand, changes in the flexion and extension angles of the index finger could be recorded.

研究分野：手外科

キーワード：モーションキャプチャ 機能評価 手外科

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

治療前後の評価は、治療そのものに劣らず重要である。手の機能評価における新しい切り口として、functional range of motion がある。これは各関節の最大可動域ではなく動作時に実際に動いている関節可動域であり、通常モーションキャプチャを用いて計測する。このようなコンピュータを活用した動作解析は、既存の評価法では十分評価できない変化を客観的に検出できる可能性がある

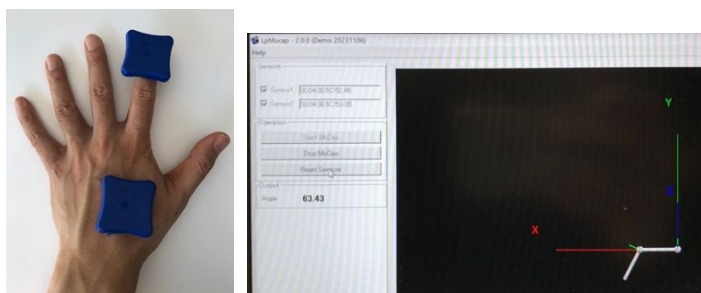
2. 研究の目的

われわれは、当初は精度を重視して光学式のモーションキャプチャを試験導入したが、Vicon に代表される光学式モーションキャプチャは計測機器が非常に高額であり、加えて計測環境の制限と測定時間の長さから現時点では臨床現場で日常的に活用することは難しいと考えた。このため、早期実装を目指してジャイロ式モーションキャプチャを導入した。本研究の目的は、無線ジャイロセンサの精度を確認し、過去の報告を合わせて臨床での有用性を検討することである。

3. 研究の方法

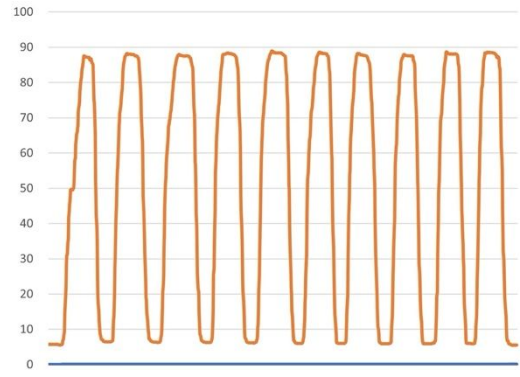
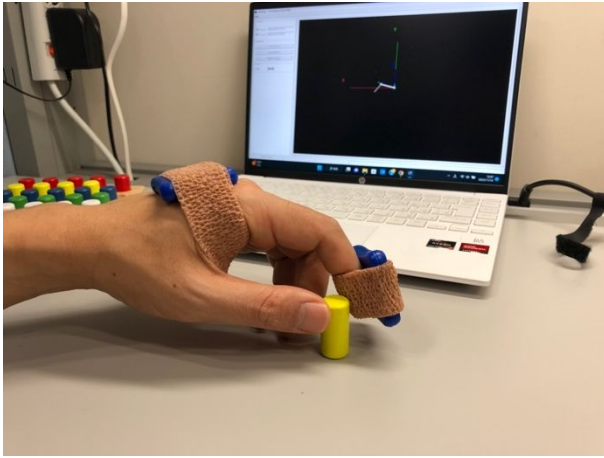
無線ジャイロセンサとして、LPMS-B2 (LP-Reserch, 日本) 2個を用いて角度の計測を行った。本機は9軸(3軸ジャイロ、3軸加速度、3軸磁力)センサであり、リアルタイム計算用32ビットプロセッサとBluetooth通信機能を一体化したケース込みで4cm大、12gと小型化されている。センサからパソコンに送った計測データは専用ソフトウェアで計算し、角速度を角度に変換した上でExcelを用いてグラフ化した。導入に必要なコストは、センサが1個5万円、専用ソフトウェアは無料であった。

手全体が運動している中での指の関節角度を計測するために、1個のジャイロセンサを基準として、もうひとつのセンサの相対的な角度変化を算出した。同時に、2つのセンサが運動する平面に対して垂直な方向からビデオカメラで撮影した。このビデオを停止させ、写真による角度計測に準じて2つのセンサが成す角度を計測し、ジャイロセンサで計測した角度と比較した。以下の3つの運動を計測した。はじめに、手ではなくゴニオメータにセンサを直接取り付け弧状運動を計測することで、センサの手への装着位置の誤差と動画から読み取る角度の誤差とを最小限にしてジャイロセンサの基本性能を確認した。手のアーチ運動の支点となる第2,3中手骨背側に基準となるセンサを、示指の爪甲にもうひとつのセンサを取り付けて、母指-示指間のつまみ運動を計測した。この時に計測される角度は示指のMP、PIP、DIP、3つの関節角度の合計に相当する。加えて、動作時の最大屈曲角度と最大伸展角度からfunctional total active motion(TAM)を計算した。同様に手にセンサを取り付け、静止した状態からペグ(30mm×15mm)をつまみ、移動させる動作を計測した。いずれの試行も10回1セットを5セット行い、ジャイロセンサによる計測値とビデオカメラによる計測値の差を絶対値として求めた。



4. 研究成果

本ジャイロセンサでの計測に必要な機材は、センサ本体とパソコンだけであった。無線接続であるため配線は必要なく、計測対象にテープでセンサを直接固定し、すぐに計測を開始することができた。データ処理に必要な時間は数分以内であった。ゴニオメータにセンサを直接固定した基礎実験では、ジャイロセンサによる測定値とビデオからの測定値は全て誤差1度未満で一致していた。つまみ動作の計測では、計測角度に平均 10° (0° - 28°)の差が見られた。つまみ動作時に計測されたfunctional total active motion(TAM)はビデオ計測値で平均 100° (92° - 109°)であり、ジャイロセンサ計測値との差は平均 17° (2° - 40°)であった。一方、ペグ移動動作の計測では、計測角度に平均 9° (0° - 32°)の差が見られた。ペグ移動操作時に計測されたfunctional TAMはビデオ計測値で平均 75° (48° - 88°)であり、ジャイロセンサ計測値との差は平均 10° (0° - 32°)であった。ジャイロセンサ計測値とビデオからの測定値の差は、つまみ動作では有意差なく(paired t test, $P>0.05$)、ペグ移動動作では有意差があった(paired t test, $P<0.05$)。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 西村礼司、前田和洋、永峯祐二、宮脇剛司	4. 巻 40
2. 論文標題 手外科における無線ジャイロセンサの可能性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本手外科学会雑誌	6. 最初と最後の頁 304-307
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.60304/jjssh.40.3_167	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishimura Reiji, Hashimoto Tohru, Yano Tohru, Bo Hideaki, Maeda Kazuhiro, Okabe Masataka, Miyawaki Takeshi	4. 巻 1
2. 論文標題 Variations in the Extensor Pollicis Brevis-Extensor Pollicis Longus Tendon Complex	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Cureus	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7759/cureus.52249	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 西村礼司、宮脇剛司	4. 巻 42
2. 論文標題 創外固定の歴史、骨癒合理論の変遷	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本形成外科学会誌	6. 最初と最後の頁 231-239
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishimura Reiji, Ogino Naohiko, Miyawaki Takeshi, Matsuura Shintaro, Fujii Mikako, Akaishi Wataru, Bo Hideaki	4. 巻 1
2. 論文標題 A Biomechanical Study Comparing Different Configurations of the Ilizarov Mini-fixator and Plate Fixation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Plastic and Reconstructive Surgery	6. 最初と最後の頁 35～43
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.53045/jprs.2021-0018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kokubu Shota, Wang Yuanyuan, Tort?s Vinocour Pablo E., Lu Yuxi, Huang Shaoying, Nishimura Reiji, Hsueh Ya-Hsin, Yu Wenwei	4. 巻 11
2. 論文標題 Evaluation of Fiber-Reinforced Modular Soft Actuators for Individualized Soft Rehabilitation Gloves	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Actuators	6. 最初と最後の頁 84 ~ 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/act11030084	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Reiji Nishimura
2. 発表標題 Elbow range of motion in typw1A mirror hand
3. 学会等名 World Symposium on Congenital Malformations of the Hand and Upper Limb (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西村礼司
2. 発表標題 短母指伸筋-長母指伸筋複合体の多様性
3. 学会等名 第66回日本手外科学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西村礼司
2. 発表標題 無線ジャイロセンサの可能性
3. 学会等名 第66回日本手外科学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Reiji Nishimura, Shintaro Matsuura, Kazuhiro Maeda
2. 発表標題 Utilization of Ilizarov mini-fixator in hand surgery
3. 学会等名 FESSH-EFSHT Congress
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西村礼司, 松浦慎太郎, 前田和洋
2. 発表標題 イリザロフミニ創外固定器の特性について
3. 学会等名 日本手外科学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関