

Kinect を用いた痙性斜頸患者の姿勢評価システムの開発

Development of Kinect-based Semi-automatic Scoring Method for Torticollis

中村拓人¹⁾, 西村奈令大²⁾, 旭雄士³⁾, 大山彦光⁴⁾, 服部信孝⁴⁾, 佐藤未知²⁾⁵⁾, 梶本裕之²⁾⁶⁾

Takuto NAKAMURA, Narihiro NISHIMURA, Takashi ASAHI,

Genko OYAMA, Nobutaka HATTORI, Michi SATO, and Hiroyuki KAJIMOTO

1) 電気通信大学 総合情報学科

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, n.takuto@kaji-lab.jp)

2) 電気通信大学 総合情報学専攻

(〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, n-nishimura, michi, kajimoto@kaji-lab.jp)

3) 富山大学 脳神経外科

4) 順天堂大学 脳神経内科

5) 日本学術振興会特別研究員

6) 科学技術振興機構さきがけ

概要: 運動障害疾患の一つとして知られる痙性斜頸の症状評価には、現在 Tsui Score や TWSTRS などいくつかの評価方法が併存しているが、それらの姿勢評価は手動により行われている。しかし、評価者によって基準が異なるために評価者が同一でないデータ同士を比較することは不可能である。そこで本研究ではリアルタイムに 3 次元計測が可能な Kinect を用いて、斜頸疾患に対し正確で再現性のある姿勢評価を実現することを目的とする。本稿で製作したシステムは患者の顔認識、顔の角度の計測、表示を自動で行い、毎秒 10 回のサンプリングが可能である。

キーワード: Kinect, Spasmodic Torticollis, Automatic Scoring

1. はじめに

1.1 従来の痙性斜頸患者の姿勢評価

痙性斜頸とは頸部に起こる持続的な異常筋緊張により図 1 のように捻転性あるいは反復性の運動や異常姿勢をきたす病態である[1]。現在痙性斜頸患者の症状評価には頭の姿勢を測定し評価する TWSTRS[2]や Tsui Scale[3]などが広く用いられている。



図 1: 痙性斜頸の症状

これらの評価手法は人の目視や、手動による計測によって行われている。したがって、評価者によって基準が異なり、評価者が同一でないデータ同士を比較することは不可能であるという問題がある[4]。痙性斜頸のように、確たる治療法がなく今後も新しい治療法開発が必要とされる疾

患においては、より再現性が高くかつ比較可能な症状評価手法を確立する必要がある。

この課題を解決するため、三次元計測装置やセンサを用いた評価はすでに試みられてきた[5]。しかし、設備が高価であり、設備を使いこなすための技術者が必要であるなど、導入、運用上の課題があり、現在まで普及には至っていない。

1.2 Kinect による顔認識

こうした背景を踏まえ、我々は Kinect for Windows を用いて、痙性斜頸患者の姿勢を測定、評価を自動で行うことを提案する。これにより安価で再現性のある評価手法を提供し、普及させることで、世界中で同一の評価環境を実現することを目的とする。

2. Kinect を用いた評価システム

2.1 Kinect SDK for Windows

Kinect for Windows は Microsoft 社から発売された三次元計測装置であり、元々 Xbox360 のゲームコントローラであった Kinect を一般の PC で利用可能としたものである。価格は 250USD と三次元計測装置としては大変安価であり、入手性も高い。

Microsoft 社は Kinect for Windows 開発者に向けて、サンプルプログラムとサンプルコードを Developer Toolkit Browser として配布している。本システムのソフトウェアは、そこに含まれる Face Tracking Basic のコードを利用して作成した。Face Tracking Basic は Kinect で撮影された人物の顔の特徴点を認識し、追跡するというものである。ソフトウェアでは、顔の傾斜角度の数値を表示させるとともに、グラフとしても表示させている (図 2)。

2.2 自動評価およびリアルタイムモニタリング

本システムは取得した顔の傾斜角度を基に、既存の評価基準である Tsui Scale を適用し評価を行う。

システムが取得した患者の傾斜角度はグラフとしてリアルタイムに表示される。システムは 10Hz でサンプリングを行う。また、グラフも同じく 10Hz で更新される。

このようにリアルタイムで顔の傾斜角度の変化を視覚化することで、今まで目視でしか評価されなかった振戦の重度や、痙性斜頸の症状の持続度を明確に評価することができる。



図 2: ソフトウェア概観

3. 評価システムの妥当性の検証

本システムが痙性斜頸患者の姿勢評価に使用可能であることを確認する為に実験を行った。被験者の顔の傾斜角度を、手および本システムを用いて計測した。この結果を比較することで、本システムの痙性斜頸患者の姿勢評価への使用の妥当性を検証した。

3.1 実験概要及び実験条件

手動による計測は、痙性斜頸の評価の経験を積んだ評価者によって行われた。評価者はデジタル分度器を用い顔の傾斜角度を計測した。Kinect は被験者の目線の高さに合わせ、被験者から 1.0m 地点に設置し計測を行った (図 3)。

計測の対象は、痙性斜頸の評価基準に基づき、顔の x 軸、y 軸、z 軸の 3 軸の傾斜角度とした。

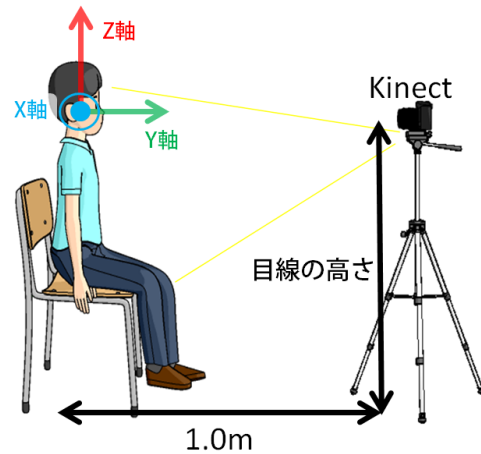


図 3: システム設置イメージ

被験者は 21~25 歳の男女 10 名 (男性 7 名、女性 3 名) で、全員健常者であった。今回は、健常者に顔を傾けさせることで、擬似的に痙性斜頸患者の状態とした。

3.2 実験手続き

被験者が椅子に座った状態で計測を行った。

被験者の顔の傾斜角度を 0° にするために、被験者には実験開始前は Kinect へ視線を向けるように指示し、Kinect の高さも被験者の目線の高さを合わせた。

被験者は指示されたように頭を傾けた。傾け方は実際の痙性斜頸患者の写真をもとに実験者によって指示された。

計測はまず手動によって行い、次に本システムによって 10 秒間計測を行った。その後システム側は 10 秒間の平均角度を求め、計測結果とした。



図 4: 実験の様子

3.3 実験結果

実験結果を図 5、図 6、図 7 に示す。図 5 は Z 軸、図 6 は Y 軸、図 7 は X 軸まわりの顔の傾斜角度の計測結果を

示したものである。それぞれのグラフの横軸は手動による測定角度、縦軸は本システムによる測定角度を表す。横軸の値を x 、縦軸の値を y とすると、理想式である $y=x$ の式と比較して、赤い帯で示した $y=x \pm 7.5^\circ$ の中に Z 軸では 70%、Y 軸では 80%、X 軸では 90% のデータが分布した。

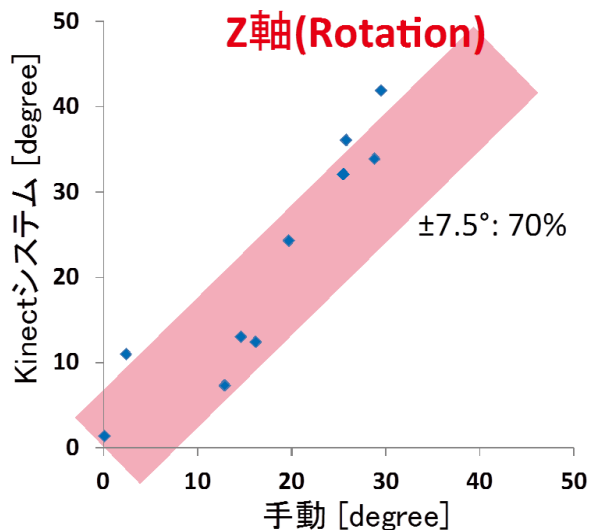


図 5: Z 軸の手動との比較

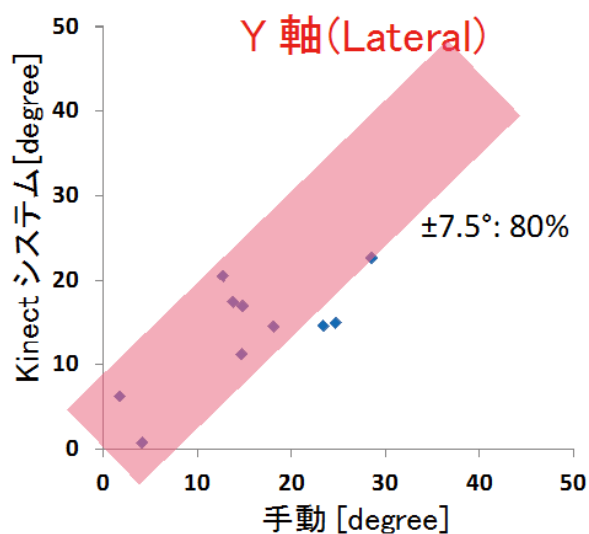


図 6: Y 軸の手動との比較

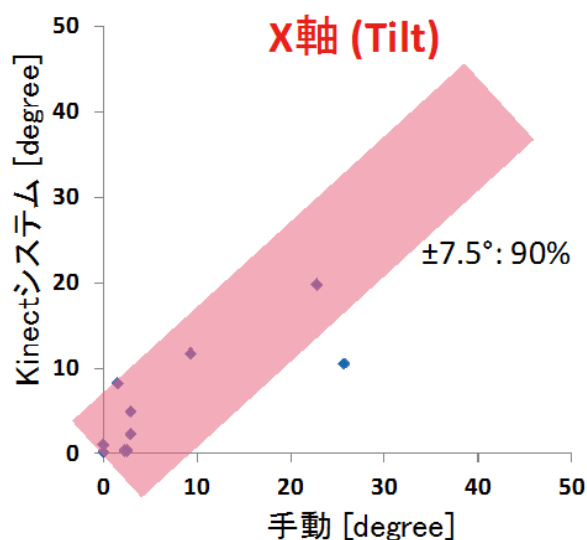


図 7: X 軸の手動との比較

3.4 考察

本実験において、本システムと手動の計測手法は同じ被験者を測定したときの結果が線形関係にあるということが確認された。

また、両手法の測定結果には誤差が生じた。この主な理由は Kinect 側ではなく、手動計測側の誤差であると推測される。特に手動による計測手法において、複数軸が傾く症状を計測する際、基準となる軸がずれてしまったために、正確な計測が実行できなかったことが原因であると考えられる。

Tsui Scale において、首の姿勢は Rotatoin(Z 軸)、Lateral(Y 軸)、Tilt(X 軸)の 3 軸において 15° 毎に点数が加算される。本実験において、本システムは手動の計測手法と比較して、 $\pm 7.5^\circ$ の範囲内に約 80% のデータが含まれていることが確認された。よって、 15° 毎に変化する Tsui Scale の点数に対応可能であり、痙性斜頸患者の姿勢評価に使用するには妥当であると判断できる。

4. まとめと今後の課題

本稿では、痙性斜頸の正確な症状評価を目的として Kinect を用いたシステムを制作した。実験の結果、実際の患者の姿勢評価に適用できる可能性が示唆された。

今後はソフトウェアで評価可能な症状の種類を増やしていく。また本稿では痙性斜頸患者の姿勢評価のみに焦点を当てたが、パーキンソン病など他の運動障害患者の姿勢評価への応用も検討する。

参考文献

- [1] 平孝臣, 堀智勝: ジストニアに対する脳神経外科治療, 脳神経外科ジャーナル 13(5), pp. 353–362, 2004.
- [2] CONSKY, E. S., et al., The Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale (TWSTRS): assessment of validity and inter-rater reliability, Neurology, 40.Suppl 1, pp. 445,

1990.

[3] Tsui, Joseph K. C., et al., Double-blind study of botulinum toxin in spasmodic torticollis, *The Lancet*, 328.8501, pp. 245-247, 1986.

[4] Jost, Wolfgang H., et al., Rating scales for cervical dystonia: a critical evaluation of tools for outcome assessment of

botulinum toxin therapy, *Journal of Neural Transmission*, 120.3, pp. 487-496, 2013.

[5] Sommer S. Viga R, Petersen H, Koletzki E, Jost W, Zerviton: a new tool to measure head position in patients with cervical dystonia: preliminary results, *Mov Disord*, 24.Suppl 1, pp. 117-118, 2009