

氏名・本籍	大西 智也（鹿児島県）
学位の種類	博士（工学）
報告番号	甲第 115 号
学位授与の日付	令和 2 年 3 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
論文題目	深度センサーを用いた脳卒中後の運動機能の自動 評価システム開発に関する研究
審査委員	(主査) 教授 田中 雅博 (副査) 教授 渡邊 栄治 (副査) 准教授 梅谷 智弘

## 論文内容の要旨

脳卒中後の身体機能の評価に用いられる脳卒中機能評価法 (SIAS)は、臨床において、特殊な器具を使わずに判定できる言語ルールベースの基準を用いて評価する。ところが、その基準は、曖昧な言語表現で書かれており、目測による評価であることから、その判定が曖昧になり、恣意性が含まれがちになる。そのため、同一の被験者に対して異なる結果が生じることもあり、それを回避するためには、定量的に評価するシステムが必要である。実際、モーションキャプチャーシステムを使って定量的な評価の試みもなされているが、利用者や使用者の負担が大きく、日常的に臨床で用いるのは困難である。

臨床において、理学療法士による曖昧性を含む言語的ルールに基づいた評価判定方法は、すでに日常的に使用されており、自動的に、一意的に評価するような新たなシステムに置き換えることは困難である。よって、システムを構築するにあたり、理学療法士一人ひとりが、目視による計測・判定に近づけるために調整を行うことのできるパラメータを具備する必要がある。そこで、本研究では、安価な深度センサー類、特に Kinect や Leap Motion を用いて、日常的に用いられる新たな SIAS の定量的な評価システムを構築する。

ここで開発する SIAS の評価システムについて、(1) Kinect の関節検知機能、(2) Leap Motion の関節検知機能、を用いるものと、(3)深度画像から身体の特徴部位等を検出するアルゴリズムを作りこみ、それを用いて評価するものに分ける。(1)では、麻痺側運動機能に含まれる膝ロテスト、股関節屈曲テスト、膝関節伸展テスト、足パットテスト、(2)では、手指テスト、視空間認知検査、(3)では、体幹機能に含まれる腹筋力テストと垂直性テスト、関節可動域測定に含まれる肩関節と足関節につい

て、角度計測値を用いた評価システムが含まれる。

このシステムを用いて、身体に問題のない若年成人者を対象に実験を行い、また、実際の対象者となる高齢者や片麻痺者に対する実証実験も同時に行った。その結果、本システムと理学療法士とが評価した結果を比較したところ、高い一致率を示した。

理学療法士をはじめとする専門家が各々の判定基準を持ちながら評価する際にも、本研究で開発したシステムを併用して、本システムが出力する数値データによる評価の裏付けが可能である。このことから、本システムは新たに提案できる定量的な評価システムのプロトタイプになると考える。

## 審査結果の要旨

本博士論文は、深度センサーという、もともと手足の動作をゲームの入力とするために開発された、距離を取得するカメラを用いて、本論文提出者が従事するリハビリの分野での自動計測システムを開発したことに伴う、技術的内容を述べたものである。ここでは、特に Kinect 特有の関節検知機能と、関節検知機能が正しく働かない可能性がある姿勢の評価に、深度センサー一般の機能である、センサーから画素までの深度値を用いて、姿勢の特徴量を計算する機能を作りこんだ部分がある。さらに、指の動きについては、Leap Motion という、指の動きの計測に特化したセンサーを用いて多くの機能をもつシステムを開発している。システムの開発動機は、急増している理学療法士が SIAS のテストを行う際の技術差に対処することであるが、今まで目視で行ってきた、ある程度経験を積んだ理学療法士の判定基準を無視するものであっては、普及に支障があると考えられる。そのため、判定システムに多くのパラメータを持たせ、個人個人の基準に適応できるようにすることで、使いやすいシステムにしている点が特徴的である。

これらの研究の成果は、電気学会論文誌 C に 2 編、国際会議 International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision に 1 編、および International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing に 2 編掲載され、計 5 編の論文として発表された。また、電気学会電子情報システム部門、計測自動制御学会システムインテグレーション部門などの国内学会での発表を 7 回、その他学内での講演やポスター発表なども行っており、2018 年のシステムインテグレーション部門講演会では優秀講演賞を受賞するなど、いずれも国内外において高い評価を受けている。

2020 年 1 月 30 日、甲南大学学位規程に従って公開講演を行い、本論文に関する説明と質疑応答を行った。本論文提出者の説明は要点を踏まえた明快なものであり、質疑応答においても質問に対して丁寧に回答するなど、全体を通して充分満足できるものであった。

以上により下記審査委員は本論文提出者（大西智也）が、博士後期課程の修了に必要な所定の単位を修得し、かつ、必要な研究指導を受け、博士論文の審査及び最終試験に合格したので、博士（工学）の学位を授与せられるに充分なる資格をもつものであると認める。