

令和 4 年 6 月 24 日現在

機関番号：84506

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K20411

研究課題名（和文）感覚統合能力評価インターフェイスの提案

研究課題名（英文）Development of Evaluation System for Sensory and Motor Functions

研究代表者

中村 豪（Nakamura, Go）

兵庫県立福祉のまちづくり研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：50707403

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、眼球運動を定量評価するためのシステムを開発した。開発したシステムでは、注視対象を様々な位置へ出現させることや様々な速度で注視対象を移動させることができ、注視が苦手な位置などを定量的に評価可能である。また、四肢運動計測システムを開発し、眼球運動と四肢運動の双方の観点から評価可能なシステムを実現した。さらに、音声や振動子を用いた触覚（振動）などの情報を提示しながら、四肢運動を評価可能なシステムを開発した。開発したシステムでは、被験者が足踏みなどのタスクを行っている際に、音声や触覚（振動）情報を提示し、高齢者と若年者における反応時間の違いなどを定量的に評価できる可能性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人は、視覚、聴覚、嗅覚などの様々な感覚情報を用いて行動（運動）し、日常生活動作を行っている。そのため、リハビリ訓練によって、社会復帰するためには、単に腕や脚の筋力を向上させるだけではなく、様々な感覚を統合する能力や協調動作を習得していくことが求められ、患者の身体能力の評価が必要不可欠である。そのため、眼球運動、四肢運動、感覚情報（視覚、聴覚、触覚など）を容易に評価できる新たな評価システムが期待されている。本研究成果の評価システムによって、患者の身体状態をより詳細に把握することができるようになり、より効率的なリハビリ訓練に繋がれると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study proposed an evaluation system for ocular motor function. The proposed system can display various target objects in various locations and move at various speeds. The proposed system allows users to understand their weaknesses in the task. To evaluate both ocular and limb motor functions, the system capable of evaluation both ocular and limb was developed. This study proposed a system that combines sensory stimulus presentation and motion capture. The proposed system can evaluate reaction time to sensory stimuli by presenting tactile (vibration), auditory, and visual stimuli at random times during walking (stepping task). It was confirmed that the system's potential for assessing subject reaction time to different sensory stimuli and quantitatively.

研究分野：生体システム

キーワード：視線計測 眼球運動 高次脳機能評価 定量評価 モーションキャプチャ 感覚統合能力 リーチング運動

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人は、視覚、聴覚、嗅覚などの様々な感覚情報を用いて行動(運動)し、日常生活動作を行っている。そのため、リハビリ訓練によって、社会復帰するためには、単に腕や脚の筋力を向上させるだけではなく、様々な感覚を統合する能力や協調動作を習得していくことが求められ、患者の身体能力の評価が必要不可欠である。

従来、モーションキャプチャ装置を用いた歩行や上肢動作などの計測評価や視線計測装置を用いた評価が行われている。しかしながら、従来の計測評価では、多数のセンサやマーカを装着する必要があることや計測前に長時間のキャリブレーションを行う必要があるなどリハビリ訓練中に継続的に評価を行うには非常に困難であった。また、従来の計測評価システムでは、眼球運動または四肢運動のどちらか一つのみであり、感覚統合能力を考慮した複合的な定量評価は行われておらず、患者の様々な感覚を統合する能力や協調動作をモニタリングするには至っていない。そのため、眼球運動や四肢運動や感覚情報(視覚、聴覚、触覚など)と四肢運動能力の評価を容易に測定できる新たな評価システムが期待されている。

2. 研究の目的

感覚統合能力(視覚、聴覚、触覚などの感覚を適切に脳内で処理する能力)を定量的に評価可能なシステムを提案することが目的である。そのために、本研究では、眼球運動や四肢運動を計測しながら、被験者に音声や触覚(振動)などの情報を提示し、評価可能なシステムを開発する。このようなシステムを開発するために、まず、眼球運動を評価可能なシステムを構築する。また、四肢運動をセンサやマーカを装着することなく、容易に測定可能な四肢運動評価システムを開発し、眼球運動と四肢運動を複合的に評価可能なシステムに拡張する。最終的に音声や触覚(振動)などの情報を提示しながら、四肢運動や眼球運動を評価可能なシステムの開発し、視覚、聴覚の反応や四肢運動の状態をモニタリング可能なシステムを実現する。

3. 研究の方法

本研究では、眼球運動を定量評価するために注視タスク(停留した物体を見るタスク)、追視タスク(移動物体を見るタスク)を行えるシステムを開発する。開発するシステムでは、目標物体を様々な位置へ出現させることや、様々な移動経路と速度を提示可能とする。そして、目標物体と注視点間の誤差、注視点の移動速度(加速度)などの評価指標を算出することによって、注視が苦手な位置や外眼筋のどの筋の筋収縮が苦手であるか、どのような速度での筋収縮が苦手かなどを推定や評価ができるようにする。また、注視対象の形状や背景の条件などを変化した際の影響を調査する。これによって、単なる外眼筋の評価にとどまらず、認知能力や予測能力などに関連した評価を行えるシステムを構築する。また、深度カメラなどを用いて、マーカレスで容易に全身のモーションキャプチャを行い、各関節の移動軌跡、移動速度(加速度)、関節トルクなどを算出し、四肢の協調動作やバランス能力を定量評価可能なシステムを開発する。そして、眼球運動と四肢運動を複合的に評価可能なシステムに拡張する。最終的には、振動子を用いた触覚(振動)情報、スピーカーから音を出力することによる聴覚情報、ディスプレイに図形などを表示することによる視覚情報のフィードバックをランダムに与え、フィードバックを与えた後の反応するまでにかかった時間や四肢運動の状態を評価可能なシステムを開発する。

4. 研究成果

本研究では、感覚統合能力を評価可能なシステムを実現するために、(1)(2)(3)について検討を行った。

研究成果(1) 眼球運動を定量評価するための眼球運動計測システムの構築

眼球運動と高次脳機能を計測評価可能なシステムについて検討を行った。まず、非接触型の視線計測装置を用いて、被験者の注視点を計測し、被験者の眼球運動能力を評価可能なシステムを構築した。提案するシステムでは、被験者に注視をしてもらう目標物体を任意の場所や移動速度で表示することが可能である。また、背景画像や目標物体の形状なども容易に変更可能なシステムを構築した。構築したシステムを用いて、眼球運動の特徴(注視が苦手な位置や移動速度など)を定量的に評価できる可能性を確認した[特許第7001867号]。また、臨床現場から、高次脳機能を評価したいとのニーズが挙がり、高次脳機能を評価可能なシステムを構築した。構築した高次脳機能評価システムでは、文章を読解するタスクや1つだけ種類が異なる文字や数字を探索するタスクなどにおける視線を計測可能である。構築した高次脳機能評価システムを用いて、高齢者3名を対象とした実験を行った。実験より、被験者が文章を読解する際にどこを注視したかや種類が異なる文字や数字を探索する際の特徴(どのような手順で探索しているかなど)を把握

可能であることを確認した。また、日常生活動作における様々な状況において、眼球運動や高次脳機能を評価できるようにするためにウェアラブル型の視線計測装置を用いて、システムを拡張した。提案する高次脳機能評価システムを用いて、高齢者を対象に、文章を読解するタスクや1つだけ種類が異なる文字や数字を探索するタスクなどにおける視線を計測し、視線の特徴を可視化できることを確認した [International Convention on Rehabilitation Engineering and Technology (i-CREATE 2020)]。

研究成果(2) 四肢運動評価システムの開発と眼球運動と四肢運動の複合評価

深度カメラや AI (ディープラーニング) 技術を用いて、多様な日常生活動作においても四肢動作を計測できるようにシステムを開発した。開発したシステムは、マーカレスで容易に全身のモーションキャプチャを行うことが可能であり、各関節の3次元座標を計測し、移動速度や移動加速度などの指標を算出することが可能である。開発したシステムを用いて、歩行や片足立ちなどの日常生活動作に対して、計測評価可能であることを確認した。

装着型の視線計測システムと開発した四肢運動評価システムを組み合わせ、介護機器操作中の視線と全身のモーションを同時計測した。この計測結果より、介護機器の操作性の評価や介護者の動作特徴を可視化できる可能性を確認した [i-CREATE 2020]。

また、眼球運動と四肢運動の双方の観点から評価するためのシステムについて検討を行った。構築したシステムでは、PC 操作中の被験者の視線とマウスの操作情報を計測し、計測した視線から眼球運動を評価することが可能である。さらに、マウスカーソルの位置情報を記録し、マウスカーソルの移動速度や移動軌跡の特徴に基づいて上肢機能も同時に評価可能とした。また、構築したシステムでは、アイコン探索タスクとマウス操作タスクの2種類のタスクを行うことが可能である。アイコン探索タスクでは、様々な背景を設定することができ、背景の特徴の違いによって被験者がアイコンを探索する過程がどのように変化するかを把握可能であることを確認した。また、マウス操作タスクでは、被験者に目標の図形を表示し、目標の図形をトレースするタスクを行うことが可能である。目標の図形は簡単に変更でき、被験者がどのような方向へマウスを移動させるのが苦手であるかを把握することができることを確認した [2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET 2021)]。

研究成果(3) 音声、触覚提示システムの開発と感覚統合能力および四肢運動能力評価

さらに、本年度は音声や触覚(振動)などの情報を提示しながら、四肢運動や眼球運動を評価可能なシステムの開発を行った。開発したシステムでは、初年度に開発してきた視線計測システムと四肢運動システムに音や振動の感覚刺激を提示する機能と提示後の反応時間を計測する機能を新たに開発した。音声や触覚(振動)などの情報を提示しながら、四肢運動を評価可能なシステムについて検討を行った。構築したシステムでは、深度カメラを用いて、被験者の各関節の3次元座標を計測して四肢運動を評価することが可能である。そして、被験者が足踏みなどのタスクを行っている途中で、振動子を用いた触覚(振動)情報、スピーカーから音を出力することによる聴覚情報、ディスプレイに図形などを表示することによる視覚情報のフィードバックをランダムに与え、フィードバックを与えた後に被験者が反応するまでにかかった時間や四肢運動の状態を評価することが可能である。構築したシステムを用いて、高齢者と若年者における反応時間の違いなどを定量的に評価できる可能性を確認した [ICECET 2021]。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Go Nakamura, Shoma Tatsukawa, Kiyohiro Omori, Katsuya Fukui, Jiro Sagara, Takaaki Chin
2. 発表標題 Evaluation and Training System of PC Operation for Elderly, Using Gazing Point and Mouse Operation
3. 学会等名 2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shoma Tatsukawa, Go Nakamura, Kiyohiro Omori, Katsuya Fukui, Yu Ando, Jiro Sagara, Takaaki Chin
2. 発表標題 Development of Motion Game for Elderly Based on Sensory Stimulus Presentation
3. 学会等名 2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村 豪
2. 発表標題 臨床・介護現場におけるデジタルヒューマン技術の活用
3. 学会等名 2021年度第5回デジタルヒューマン技術協議会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Go Nakamura, Yuichiro Honda, Takaaki Chin
2. 発表標題 Development of a Higher-brain Functions Assessment System Using a Gaze Measurement System
3. 学会等名 International Convention on Rehabilitation Engineering and Technology (i-CREATE 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Katsuya Fukui, Kiyohiro Omori, Go Nakamura, Jiro Sagara, Takaaki Chin
2. 発表標題 Development of a Movement Measurement System for Testing the Effectiveness of Nursing-care Support Devices
3. 学会等名 International Convention on Rehabilitation Engineering and Technology (i-CREATe 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 眼球運動評価支援システム及び眼球運動評価支援方法	発明者 陳 隆明, 中村 豪	権利者 社会福祉法人兵 庫県社会福祉事 業団
産業財産権の種類、番号 特許、特許第7001867号	取得年 2021年	国内・外国の別 国内

〔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
---------	---------