

氏名	おおい しょう 大井 翔
学位の種類	博士(情報学)
学位記番号	情博甲第16号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当者
学位授与の年月日	平成30年3月14日
学位論文題目	認知リハビリテーション振り返り支援システムのための 生活行動認識および認知機能評価方式
論文審査委員	(主査)教授 佐野 睦夫 教授 小堀 研一 教授 平山 亮

# 論文の内容の要旨

現状の認知リハビリテーションは、リハビリテーションの担当者がリハビリテーションを行っている際に常に危険がないか、怪我をしないかなどを見守る必要があり、担当者の負荷が大きい。また、現状の認知機能の状態についても、定期的で定例的な認知評価しか行われておらず、リアルタイムに認知評価ができる方式に期待が寄せられている。

本研究は、高次脳機能障害者の自立に向けた認知リハビリテーションシステムを実装するために、情報機器を用いた認知リハビリテーションシステムの確立をめざし、担当者が常に監視していなくても、障害者自身が安全・安心してリハビリテーションを行うことのできる方式の確立を目的とする。さらに、本研究では、基礎となるリハビリテーション中に行った行動の自動識別および、調理行動における生活行動に密着したリアルタイムな認知状態を把握するための評価指標を提案し、認知機能の評価を行うことを具体的な目的とする。具体的には、認知リハビリテーション効果の高い調理リハビリテーションに着目し、ウェアラブルカメラを用いて、障害者が調理動作をきちんと行っていたのかを腕の動かし方や調理器具情報を用いることで調理動作認識を行う。認知機能に関しては、特に注意機能に焦点を当て、作業に集中していたのか、複数の作業に注意が向けられていたのかをリアルタイムに評価を行う。

2章では、教師映像と体験映像に対して認知評価点数とコメントを提示し、振り返ることで、認知リハビリテーションに必要な自分自身への“気づき”の誘発や“意欲”の向上を行う方式を提案した。具体的には、大阪府立障がい者自立センターに入居していた5名の障害者に対し、それぞれ1か月間、調理リハビリテーション3回、振り返り2回の認知リハビリテーションを行い、結果として、5名の障害者すべてに対して障害の気づきを与えることができた。さらに、2名の障害者については、リハビリテーション全体が意欲的になったことも示した。最後に、提案した認知リハビリテーションの自動化に向けた実装に必要な技術的要件を総括した。

3章では、認知リハビリテーション支援システムを構成技術の関連研究について示す。具体的には、2章で示した技術的要件のうち、本研究で扱う動作認識、認知機能評価、情報機器を用いた認知リハビリテーションの関連研究について紹介した。

4章では、認知リハビリテーションで、題材とする調理行動の認識手法について述べる。具体的には、1人称視点のウェアラブルカメラを用いて、連続DPマッチングと移動方向ヒストグラムに基づく認識手法を提案し、有効性を評価した。腕の動かし方を平均84%の精度で識別することが可能であることが示された。

5章では、腕の動きに加えて、調理器具情報を付与した調理動作認識の手法について述べる。具体的には、4章で提案した腕の動かし方の特徴量に加えて、調理器具情報を付加した動作認識の手法を提案した。結果として、4章で提案した方式では、加える動作と剥く動作の精度が90%以上であり、炒める動作と切る動作が60%程度、(かき)混ぜる動作が57%と2動作以外の精度が低い

結果であった。しかし、提案方式である、腕の動かし方と調理器具情報を付加させた手法を適用することで、対象とした各動作の識別精度が75%以上となり、平均で84%と安定した精度で識別することができた。

6章では、調理中における配分的注意の評価尺度の提案と提案した評価方法の検証を行った。具体的には、人間の視覚モデルから注視エリアを推定し、推定した注視エリアに対して、使用する調理器具を確認したのか判断や、複数作業時における切る動作の腕の押さえ方の形・移動量に基づいた配分的注意評価指標を提案した。6名の健常者に対して認知負荷の有無によってt検定を行うことで有意であることを検証し、配分的注意の評価指標としての有効であることを示し、リアルタイムに配分的注意を評価可能であることを示した。

7章では調理中における持続的注意の評価尺度の提案を行い、提案した評価方法の検証を行った。具体的には、6章で提案した視覚モデルから視線情報を推定し、推定した視線情報から視線の移動量・視線の滞留時間に基づいた持続的評価指標を提案した。9名の健常者に対して認知負荷の有無によってt検定を行うことで有意であることを検証し、持続的注意の評価指標としての有効であることを示し、リアルタイムに持続的注意を評価可能であることを示した。

最後に本研究に関する関連論文（査読付き）を以下に示す。

#### 学術雑誌（査読付き）

1. 大井翔, 佐野睦夫, 渋谷咲月, 水野翔太, 大出道子, 中山佳代: “高次脳機能障害者の自立に向けた調理行動振り返り支援システムに基づく認知リハビリテーション”, 認知リハビリテーション, Vol. 20, No. 1, pp. 51-61, 2015/10/11.
2. 大井翔, 池ヶ谷剛, 佐野睦夫: “DP マッチングと移動方向ヒストグラムに基づく一人称視点調理行動認識”, 画像電子学会誌, Vol. 46, No. 4, pp.570-578, 2017/11/7.
3. S. Ooi, T. Ikegaya, M. Sano: “Cooking Behavior Recognition using Egocentric Vision for Cooking Navigation”, Journal of Robotics and Mechatronics (JRM), Vol.29, No.4, pp.728-736, 2017/8/20
4. S. Ooi, T. Ikegaya, M. Sano, H. Tabuchi, F. Saito, and S. Umeda: “Attention Behavior Evaluation during Daily Living based on Egocentric Vision”, Journal of Advances in Information Technology, Vol.8, No.2, pp.67-73, 2017/5/24, ISSN: 1798-2340

#### 国際会議（査読付き）

5. S. Ooi, M. Sano, H. Tabuchi, F. Saito, and S. Umeda, ” Sustained Attention Function Evaluation during Cooking based on Egocentric Vision”, The 19th IEEE International Symposium on Multimedia (ISM2017), pp.107-113, 2017.

## 論文審査の結果の要旨

本研究の目的は、高次脳機能障害者の自立に向けた、情報機器を用いた認知リハビリテーションシステムの確立を目指すことである。

高次脳機能障害者の認知リハビリテーションでは、体験的気づきや予測的気づきを深めていく事が最も重要であると言われている。しかし、現状の医療施設などで行われている認知リハビリテーションでは、担当者が個人的に症例の行動を観察し、メモなどを取ることで行っているが、高次脳機能障害の症例はメモなどの言語では気づきを与えることが難しい。また、定例的・定期的な認知評価しかできておらず、障がい者の状態変化をタイムリーに捉えることができない。そこで、症例自身が自身のリハビリテーションの内容を振り返ることで、自身の気づきやリハビリテーションへの意欲を高め、安全・安心してリハビリテーションを行うことのできる方式の確立を目的とし、その基礎となる①リハビリテーション中に行った行動の自動識別、②生活行動に密着したリアルタイムな認知状態を把握するための評価指標を提案し、認知機能の評価を行うことを目指している。このような試みは国内外にもなくチャレンジ性が高い。

また、本論文の生活行動認識や認知機能評価方式で、1人称視点映像認識処理（1st Person Vision）を基本としているところも特長である。頭部や視線、姿勢の動きは、人間の行動特性を把握する上で重要であり、振り返りをする際にも、体験的気づきを誘発させるポイントとなる。

さらに、生活行動認識では、生活行動のコンテキストを獲得するため、腕の動き、視線の動き、器具の認識を基本として捉え、アルゴリズムを構成している。最近、認識性能が向上している深層学習（Deep Learning）もうまく認識系の中に取り込んでおり、移動方向ヒストグラムなどの特徴と組み合わせると、84%と十分な性能を出している点は評価できる。

認知機能評価方式では、人間の本能的な注意機能をモデル化した特異注意モデルを提案し、従来の顕著性モデルと統合し、ボトムアップ注意の新しい方式を提案し、その有効性を、生活実験を通して検証しており、新規性がある。

以上、本論文は、①認知リハビリテーションにおいて気づきややる気を想起する振り返り支援方式を確立した。さらに、②振り返り支援に必須となる生活行動認識では結果として84%と十分な性能を発揮するアルゴリズムを考案した。③認知機能評価に対しては、特に注意機能評価に対して人間の本能を表現する特異注意モデルという新しいモデルを組み込み、その有効性を検証した。以上、これら得られた成果は、新規性があり、学術上および実用上、貢献するところが大きいと判断する。

本論文は、査読付きジャーナル論文5件および査読付き国際会議1件から構成されており、質的にも申し分ない。また、公聴会での応答も適切であり、口頭試問も含めて、大学院博士課程修了者と同等以上の学力を有することを確認した。

よって本論文は、博士（情報学）の学位を授与するにふさわしいと認める。