

# 博士論文の概要

( 年 月 日 提出)

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

指導教員 佐野 睦夫 印

大学院 情報科学研究科  
博士後期課程 情報科学 専攻

申請者氏名 大井 翔 印

大阪工業大学大学院

## 論 文 概 要

高次脳機能障害とは、脳血管障害や頭部外傷などによる脳の損傷によって、言語、行為、認知、記憶、遂行機能、社会的行動などの高次の精神活動が障害された状態である。高次脳機能障害者のリハビリテーションである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、高次脳機能障害者はメモなどの言語だけでは気づきを与えることが難しい。また、現状の認知機能を評価するためには、ペーパーテストなど生活行動とは違った認知機能の評価方式を用いるために、リアルタイムな認知状態を把握することが難しい。

そこで、本研究で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す。具体的には、担当者が常に監視せず、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する。本研究では、システムの基礎となる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った。

はじめに、大阪府立障がい者自立センターにて、実際の高次脳機能障害者に対して振り返り認知リハビリテーションを行った結果について述べる。大阪府立障がい者自立センターに入居中の5症例に対して振り返り認知リハビリテーションを実施し、自身のリハビリテーションの内容・認知機能の評価点などを振り返った。提案した振り返り認知リハビリテーションにおいて、各症例の自身への気づきを与えることができ、リハビリテーションへの意欲が向上し、提案した認知リハビリテーションが有効であることを示した。

同時に本論文では、提案した認知リハビリテーション支援システムにおける認識処理・認知機能評価の自動化についても論じる。

具体的には、認知リハビリテーションにおいて効果の高い調理リハビリテーションに着目する。使用する情報機器として、現在市場が拡大しており、複数のカメラの設置等の手間も省き、家庭でも簡単に利用することができるウェアラブルカメラを用いることとした。得られた映像から、リハビリテーションにおける行動の自動認識および認知機能の自動評価を行う。その後、取得した映像と認知機能の評価から実際にリハビリテーションで行った内容をコメント化し、その内容・映像・点数を症例自身に振り返ってもらうことで自身への気づきを誘発し、リハビリテーションに対する意欲の向上を行う。

本研究における調理行動認識の方法として、まず腕の動きに着目し、調理時における腕の軌跡・移動方向ヒストグラムを用いた認識方式を提案した。具体的には、始めに軌跡データを固有空間へ変換し、固有空間上の軌跡データに対する主成分の分散と軌跡の長さから決定木により大まかな分類を行う。分類後、連続 DP マッチングを用いて、調理動作の認識を行う。しかし、連続 DP マッチングではデータの系列情報の類似度の計算は可能であるが、方向成分に対する手の移動量は不明である。そこで、移動方向ヒストグラムを導入する。移動方向ヒストグラムは手領域のオプティカルフローから算出し、手の移動方向を 16,32 分割しヒストグラムを作成し、k-Nearest Neighbor, Support Vector Machine, Neural Network それぞれの識別関数により識別を行った。結果として、軌跡データのみで 46%、移動方向ヒストグラムのみで 73%、両方のデータを組み合わせて 84%の識別率であり、提案手法の有効性を確認した。

次に、調理に扱う調理器具に着目し、腕の動かし方と調理に必要な調理器具の情報統合した認識方式を提案した。調理器具の認識では、画面に映る部分から調理器具の位置を推定する必要がある。そこで、Region CNN において候補箇所のセグメンテーションに使用されているアルゴリズムの一つである Selective Search を用いる。Selective Search を用いて候補点として挙げられて領域に対して、物体認識を行う。認識の方法として、従来の一般物体認識の手法である Bag of Features と提案手法である深層学習の Deep Convolution

Neural network を用いた方式を比較し、得られた調理器具の情報から調理動作率を算出し、腕の動かし方と調理器具情報を統合し識別を行った。その結果、一般物体認識を統合した方式では 72%、深層学習を統合した方式では 84%であり、提案手法の有効性を確認した。また、DP マッチングを行った方式では、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が、調理器具を加えることで各動作の識別精度が 75%以上となり、平均で 84%と安定した識別結果であった。

一方、認知機能評価に関しては、ウェアラブルカメラから人間の視覚特性を考慮した視覚的注意モデルを作成し、視線情報の推定方式を提案した。視覚的注意モデルでは、従来のボトムアップ注意モデルとトップダウン注意モデルから生成されるモデルに加えて、人間の視覚特性である FFA(Fusiform Face Area)、EBA(Extrastriate Body Area)、PPA(Parahippocampal Place Area)を考慮した特異注意モデルを提案し、従来のモデルに特異注意モデルを加え、人間の視覚特性に近い視覚的注意モデルを生成した。生成したモデルから視線情報を推定し、視線の滞留時間・移動量・腕の移動量・手の形状に基づいて、配分的注意と持続的注意の評価指標を提案した。評価の方法として、調理中における認知負荷課題の有無に対して t 検定を行い、提案した評価指標に対して認知負荷の有無による有意差が認められ、リアルタイムに注意機能の評価できる指標が有効であることを示した。

具体的には、調理課題として食材を切ることと鍋の吹きこぼれないように確認する並行作業を行った。配分的注意では、複数の課題を同時にこなす必要があるため、切る動作の課題をメインとした場合に鍋が噴きこぼれないようにするための確認回数、食材を抑える手の形状・手の移動量に基づき配分的注意評価指標を提案し、それぞれの評価指標に対して有意差が認められ、配分的注意の評価として有効であることを示し、リアルタイムに配分的注意の状態を把握できることを示した。

次に、持続的注意では、作業に対する集中度を算出するため、推定した視線情報の滞留時間、移動量に基づき持続的注意指標を提案し、それぞれの

評価指標に対して有意差が認められ、持続的注意の評価として有効であることを示し、リアルタイムに持続的注意の状態を把握できることを示した。

本研究を通じて、振り返り認知リハビリテーションシステムにおける調理行動の自動識別と調理中における配分的注意と持続的評価をリアルタイムで行うことができることを示した。今後の課題として、システムとのコミュニケーション、動作の自動セグメンテーション、対話コメントの生成の自動化、他の注意機能・遂行機能などの認知機能のリアルタイム評価を行うことで、振り返り認知リハビリテーションの自動化を目指す。