

5Q-6

トップダウン&ボトムアップ注意予測モデルに基づく 認知リハビリテーションにおける調理行動評価

大井翔^{†1} 佐野睦夫^{†2} 西口敏司^{†2}
宮脇健三郎^{†2} 宮本崇弘^{†2}

我々は、認知症患者や高次脳機能障がい者に対して、自立を促進するための生活密着型の認知リハビリテーション方式に取り組んでいる。本研究では、リハビリ効果が高いとされる調理リハビリに着目し、リハビリ中の注意制御性を評価するための指標となるトップダウン&ボトムアップ注意予測モデルを提案する。同時に、提案モデルの有効性を評価実験を通して検証する。

A Cooking Action Assessment for Cognitive Rehabilitation based on a Top Down & Bottom Up Attention Prediction Model

SHO OOI^{†1} MUTSUO SANNO^{†2} SATOSHI NISHIGUCHI^{†2}
KENSABURO MIYAWAKI^{†2} TAKAHIRO MIYAMOTO^{†2}

We study cognitive rehabilitation at home to promote self-reliance for dementia patients and higher brain dysfunction persons. This paper focuses on cooking rehabilitation, and proposes a top down & bottom up attention prediction model for evaluating the attention control degree. The effectiveness of the proposed model is verified through evaluation experiments.

1. はじめに

認知症患者は厚生労働省の2012年のデータより、認知症予備軍を含めて460万人以上いると報告されている[1]。我々は、このような認知患者や高次脳機能障がい者(以後、認知障がい者と呼ぶ)に対して、調理や掃除等の日常生活行動全体を認知リハビリテーション対象とし、障がい者の自立を促進するために、在宅での「遠隔認知リハビリテーション」という新しい方式の確立に取り組んでいる。

在宅内でのリハビリテーションを行うに当たり、人間がきちんとリハビリを行っているかという確認が必要であり、人間の行動を認識する必要がある。特に今回は、全身を使う作業や調理工程を考える作業など、リハビリテーション効果の高い調理に着目する[2]。調理工程では、調理時における必要な動作をボトムアップ型モデルで、咄嗟の判断を必要とする、人間の経験からくるトップダウン型モデルの行動があり、本研究では、ボトムアップ型とトップダウン型の2種類の注意予測モデルについて検討し、そのモデルによる調理動作の評価について報告する。

2. 注意予測モデルと注意行動評価

2.1 注意行動フローと Saliency Map

人間の注意行動を定式化するにあたり、人間の視覚機能を反映した顕著性マップ (Saliency Map : Ittiら[3])に着目する。本研究では、認知リハビリテーションにおける注意

行動を評価するには、視覚情報によって瞬時に判断される「ボトムアップ」の注意要素と、記憶や経験から判断される「トップダウン」の注意要素の両方が必要であり、人間はそれらを統合し、高度な注意行動を行っていると考えられる。図1に、調理ナビを介した調理リハビリで観察される注意行動フローの概念図を示す。

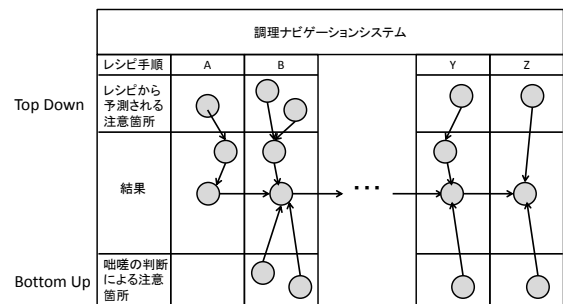
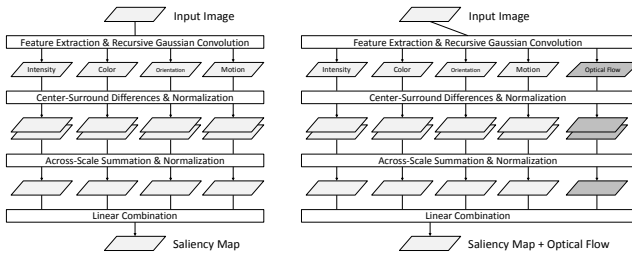


図1 調理ナビを介した調理リハビリで観察されるボトムアップ&トップダウン注意行動フロー

Saliency Mapの基礎特徴量として、色情報(補色差)、輝度情報、エッジ方向、運動方向の特徴量に着目する。4つの基礎特徴量を組み合わせてできた差分画像をfeature mapとする。feature mapを正規化し、基礎特徴量ごとに加算を行い、Saliency Mapを生成する。本研究では、咄嗟に起こりうる事象(ものが落ちる、水をこぼすなど)に対応するために、通常のSaliency Mapの特徴量に加えて、オプティカルフローから算出される運動方向を付加し、顕著度を定義することにより、動きを反映した顕著度マップを作成する。図2に従来のSaliency Mapの作成手順(a)と提案するSaliency Mapの作成手順(b)を示す。

†1 大阪工業大学大学院
Graduate School of Osaka Institute of Technology.
†2 大阪工業大学
Osaka Institute of Technology



(a) Itti による作成手順 (b)本方式による作成手順

図2 Saliency Map の作成手順

2.2 調理ナビゲーションシステムに基づく注意行動評価

本研究では、我々が既に開発している認知障害のレベルに応じて調理ナビを行うことが可能なリハビリ支援システムを用いる [2]。本システムでは、調理工程つまりレシピは1動作単位のノードに分割されており、工程が終わるたびに、タブレットを押してもらい次の動作に入るシステムである。調理ナビゲーションシステムを図3に示す。



図3 調理ナビゲーションシステム

注意行動評価では、調理を並行作業する認知リハビリテーション環境を設定している。たとえば、食材を切りながら沸かしている鍋を注意しているのか等、普段何気なく行っている動作を再現させるためである。評価システムでは、調理工程の各ノードに対して必要となる注意行動を示した注意フローを作成する。この注意フローはトップダウン型のフローとなる。作成した注意フローの一部を図4に示す。

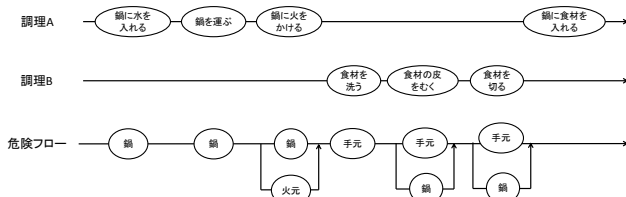


図4 注意フローモデルの一部

3. 具体的な注意行動評価指標と定式化

注意行動評価の方法としては、Sohlberg らの提唱した、持続性・選択性・転換性・配分性の4つの分類[4]や、加藤らの提唱した、維持・選択・制御の3つの分類[5]がある。我々は、表1に示す5つの指標を用いて注意行動指標の定式化を行っている。本報告では、指標(5)の注意制御性指標の定式化を行う。注意制御性指標としては、一般的に、アクシデントが起こった場合に瞬時に対応する(受動的注意)とアクシデントを解決するために瞬時に対応する(能動的注意)を評価する必要がある。能動的・受動的注意から構成される指標(5)を定式化するにあたり、反応時間の指標(1)、集中

表1 注意指標

指標	内容
(1) 反応時間指標	次の動作に対する反応がよいか
(2) 維持指標	継続して作業が行えているか
(3) 選択的注意指標	外乱がある場合に対して正しい選択をできているか
(4) 配分的注意指標	並行作業時に他の状態に気を配っているかどうか
(5) 注意制御性指標	アクシデントに対して、きちんとした対応ができているか

度を示す維持指標(2)を事前に定義しておく必要がある。指標(1)は式(1)により定義する。

$$E(t) = e^{-\Delta t} \quad \text{ただし } t > 0 \quad (1)$$

指標(2)は、指定作業への視線保持と指定作業遂行が同時に成立する継続時間として定義する。

指標(5)の具体例として、調理時に水をこぼしたときの対応を考える。水をこぼすことにより瞬時に対応する受動的注意とこぼれた水をふき取る能動的注意が必要となる。ここで、能動的注意は、指標(2)により定義できるが、受動的注意は、アクシデントに対する追従が必要であり、2.1節で示した顕著度マップと指標(1)より定式化する(式(2))。SC(t)は Saliency Map 上の変化軌跡と視線軌跡の相関係数である。これにより咄嗟のアクシデントに追従しているかを定量的に示すことができる。

$$BE(t) = E(t) \times SC(t) \quad (2)$$

指標(5)は上記受動的注意とそれに付随する能動的注意の同時生起確率として定式化できる。

各注意行動評価指標は、調理作業が進行するイベント毎に算出され、調理作業終了時および振り返り時に、達成率として患者に提示され、注意ができたところとできないところを調理リハビリ映像とともに示す。

4. おわりに
本報告では、調理行動を題材とした注意行動の定式化の提案を行った。本方式は他の日常的な作業や一般作業の評価にも活用することが可能である。現在、今回定式化していない指標の定式化、評価システム構築、振り返り支援システムの実装を行っており、今後、信頼性および有効性を含め示していきたい。本研究の一部は、文部科学省研究費補助金(基盤C 24500245)の支援を受けた。

4. おわりに

本報告では、調理行動を題材とした注意行動の定式化の提案を行った。本方式は他の日常的な作業や一般作業の評価にも活用することが可能である。現在、今回定式化していない指標の定式化、評価システム構築、振り返り支援システムの実装を行っており、今後、信頼性および有効性を含め示していきたい。本研究の一部は、文部科学省研究費補助金(基盤C 24500245)の支援を受けた。

参考文献

[1] 厚生労働省, 平成24年厚生労働省研究班調査報告, 東京, 2012
 [2] 佐野睦夫, 宮脇健三郎, 米村俊一, 大出道子: 高次脳機能障害者の自立に向けた料理リハビリテーション支援, 信学技報, vol. 111, no. 424, WIT2011-54, pp. 19-24, 2012年1月.
 [3] Laurent Itti, Christof Koch, and Ernst Niebur: A Model of Saliency - Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis, IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 20, NO. 11(1998)
 [4] Sohlberg MM, Matter CA: Attention Process Training. Association for Neuropsychological Research and Development, Washington D. C., 1986
 [5] 加藤元一郎: 「注意障害」, 臨床リハビリテーション別冊『高次脳機能障害のリハビリテーション Ver.2』pp20-21, 医歯薬出版, 2004