

認知障害者の障害レベルに応じたリハビリテーションの目標設定・コメント生成と振り返り画面レイアウトの自動生成

Automatic generation of rehabilitation goal setting and comment generation and retrospective screen layouts for people with cognitive disabilities according to their level of disability

北川 未貴^{†1} 小川 巧^{†2} 瀬良 大道^{†2} 松田 展^{†3} 大井 翔^{†1} 佐野睦夫^{†1}
Miki Kitagawa Takumi Ogawa Hiromichi Sera Hiraku Matsuda Sho Ooi Mutsuo Sano

1. はじめに

病気や事故などによって脳に障害を受け、その後遺症として記憶、注意、遂行機能、社会的行動といった認知機能が低下した状態のことを、高次脳機能障害という[1]。日常生活における自立を目指す高次脳機能障害者にとって、自身の行動の振り返りによる気づきを得ることが、モチベーションやリハビリ意識を向上させるなどの QOL(Quality of Life)を向上させることが確認されてきた[2][3]。

佐野らの研究では、料理や掃除などの日常行動をリハビリテーションとして行動をモニタリング、評価、コメントを提示することで振り返りの効果を確認してきた[4][5]。しかし、これまでの方法ではリハビリ担当者の負担や、振り返りを促すためのコメントを手作業で行ったりするなどの課題があった。この課題を解決のため、自動的にコメントを生成するなどの振り返りに必要な要素すべてを自動で行う。

本論文は、認知リハビリテーションでの振り返りの中で障害者へ提示する、リハビリテーションの目標設定・コメント生成と振り返り画面レイアウトを自動的に障害者の障害レベルに応じた生成を行うための方法を提案する。また、本稿における実装は健常者向けのインターフェースとして設計されており、現段階では基本的なユーザビリティの妥当性を検証することを目的とする。

2. 従来の研究

ユーザーの好みや能力に応じて動的に変化するインターフェースを、適応型ユーザーインターフェースといい、認知障害者にとってのアクセシビリティ改善に大きな可能性を有している。しかし、動的変化にはインターフェースの一貫性やユーザーから認証が重要視されている[6]。従来の高次脳機能障害者へのウェブページの表示支援は、認知障

害者など 1 つの障害に特化した支援が多く、高次脳機能障害に該当する複数に対応する表示の支援は少ない。

Friedman らの研究[7]では、認知障害を持つ人々がウェブを利用しやすくするためのデザインガイドラインを明確化した。その結果、アイコンやシンボルを利用した視覚的補助、テキストの簡略化、一貫したナビゲーション、見出しやタイトルの明示、フォントの調整が特に重要であることが示された。しかし、このとき示されたのは表示支援の指針であり、実際にウェブページの構築や実装を行ったわけではない。

また、外傷性脳損傷 (TBI) 患者に対してクラスタ分析を用いてグループ化を行った研究がある[8]。この研究では、クラスタ 1 として、軽度の注意障害、軽度の実行機能障害、良好な作業記憶能力、クラスタ 2 に重度の実行機能障害、注意障害、記憶障害が顕著、クラスタ 3 に非常に重度な認知機能障害を当てはめ分類を行った。分類したクラスタに対して個別化リハビリテーションのアプローチを提案している。

クラスタ 1 では、注意の分散や、実行機能 (計画・問題解決) の障害はあるが、記憶能力や空間的知覚に関しては比較的良好であるため、注意力や作業記憶のトレーニングを行い、過度の認知的負担を避け、適切なレベルで行う。クラスタ 2 は、実行機能 (計画、柔軟性)、記憶、注意の障害が顕著であり、実行機能を補助するアプローチ (タスクを小さくし、段階的に進める) などの実施や、記憶補助ツールであるメモやリマインダーの利用、短期間で集中できるものを利用する。クラスタ 3 では、ほぼすべての認知機能において深刻な障害が見られるため、音声アラートや通知などの外部支援によって患者がタスクを忘れないようなフォローアップや、タスクを繰り返す行おうといったアプローチが提案されている。この研究は、どの障害に対してどういった支援をしていくかの参考になる。

3. 提案手法

本システムは、複数のシステムを統合した片付け行動に着目した全自動認知リハビリテーション支援システムに活用することを最終目標としている。認知リハビリテーションに片付け行動を採用した理由は、日常生活に必須であり障害のレベルに関らず必要になる行動であるため、実験協力をお願いしているリハビリセンターとの協議で決定した。

支援システムの全体図を図 1 に示す。主にシステムに必要な要素は、行動物体認識、行動の自動評価による振り返りコメント生成、そして本システムである振り返りナビゲーションの自動生成である。行動物体認識では、レンジセンサーや環境カメラから獲得される 3 次元仮想環境 (VR)

^{†1} 大阪工業大学 情報科学部,

Osaka Institute of Technology, Faculty of Information Science and Technology

^{†2} 大阪工業大学 情報科学研究科 博士前期課程,

Osaka Institute of Technology, Graduate School of Information Science and Technology, Master's Program

^{†3} 大阪工業大学 情報科学研究科 博士後期課程,

Osaka Institute of Technology, Graduate School of Information Science and Technology, Doctoral Program

において、片付けの理想状態を利用者に提案する。自動評価による振り返りコメント生成では、大規模マルチモーダルモデル (LMM : Large Multimodal Model) に物体認識の結果と映像解析による行動認識から、遂行機能・注意機能・記憶機能の認知機能の自動評価、コメント生成を行う。それに基づき振り返りナビゲーションの表示を行う。以下は、振り返りナビゲーションの自動生成の提案方法を示す。

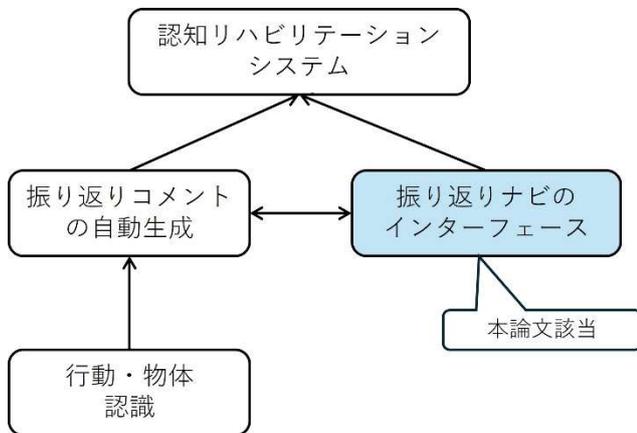


図1 認知リハビリテーションシステムの全体図

振り返り画面の表示は以下の4つのファイルを使用して表示する。

- ・HTML形式：振り返りページのレイアウトを構成している。
- ・JavaScript形式：JSONファイルからデータを読み込み、HTMLへ評価項目やコメントを動的に挿入する。
- ・CSS形式：振り返りページの動画や評価項目の表示、コメントのレイアウトなど、視覚的に分かりやすく情報を整理し、ページ全体のデザインを整える。
- ・JSON形式：振り返りに関するモニタリング動画、各評価項目（評価カテゴリ、評価項目、評価点数、評価コメント）、ユーザーの障害特性を格納する。障害特性は、TrueもしくはFalseで表示する。

健常者でも利用できる基本的なデザインを作成(図2)し、障害ごとのレイアウトを異なるCSSファイルで用意する。基本的なインターフェースでは、右側に目標と利用者の行動を動画として流し、左側にその行動の振り返りを表示する。振り返りにはカテゴリがあり、そのカテゴリに分類される評価項目がある。評価項目ごとにコメントと評価点が別途生成され表示される。図2では、振り返りの項目が少なくカテゴリも併せて4つのみだが、さらに増加すると下スクロールにて表示の確認ができる。



図2 振り返りインターフェース

JSONファイル内のTrueと記された障害特性がある場合、対応するCSSを動的に読み込み、複数の障害に対応したインターフェースを実現する。必要な表示支援は、前章で述べたFriedmanらのガイドラインを踏まえて検討する。加えて、複数のカテゴリを一気に表示すると利用者の負担になるため、カテゴリごとの表示や、一文ずつの表示などを行う。

3. 実験

振り返りインターフェースの基本的なユーザビリティの妥当性について検証を行う。本実験では、同研究室に所属する健常者6人(20代男性)に対して、机の上の片付け行動に対する振り返りを行った。実験は、実験参加者の所属する研究室で行った。実験方法は、実験参加者にわざと机の上を汚してもらい、片づける動画を撮影した。その動画を使用し事前に策定した評価項目(表1)から評価コメントを自動で生成、振り返りインターフェースに表示する。利用者は振り返りを見て、アンケートに答えてもらう。この一連の流れを2セット行う。ただし、2セット目は1セット終了後2時間ほど開けて行う。2回とも目標の設定は行わなかった。振り返りの評価は項目ごとに1から5で点数を付けた。

表1 評価項目

カテゴリ	評価項目
机	普段使うものが手前に置かれている
	モノの場所が決まっている
	グルーピングされている

使用したアンケートは、ユーザビリティに関するアンケート、モチベーションに関するアンケート、全体に関するアンケート、自由記述である。ユーザビリティに関するアンケートはシステムの操作は直感的に分かりやすいか(a)、システムの画面デザインは見やすいか(b)の2項目であり、モチベーションに関するアンケートは、システムを使って生活行動の改善に対してモチベーションが上がるか(c)とシステムの使用を続ける意欲はどの程度あるか(d)の2項目である。全体に関するアンケートは、システム全体の満足度はどうか(e)である。各アンケートは1から5段階で評価してもらう。このアンケートは、片付けの1回目と2回目で同じものを使用した。

4. 結果と考察

3章で記したように本実験では、机上の片付け行動に関する振り返り支援インターフェースの基本的なユーザビリティの妥当性について検証を行った。6名の参加者に対し、片付け行動の動画と振り返りインターフェースを提示し、1回目・2回目の各セッション後に同一のアンケートを実施した。1回目のアンケート結果の内、(a)から(e)までを図3に示す。2回目のアンケート結果を図4に示す。実験参加者の6名をAからFとする。

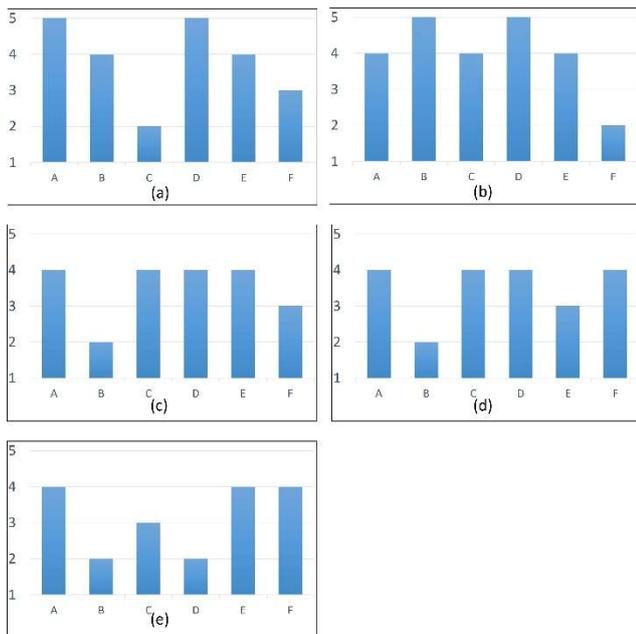


図3 1回目のアンケート結果

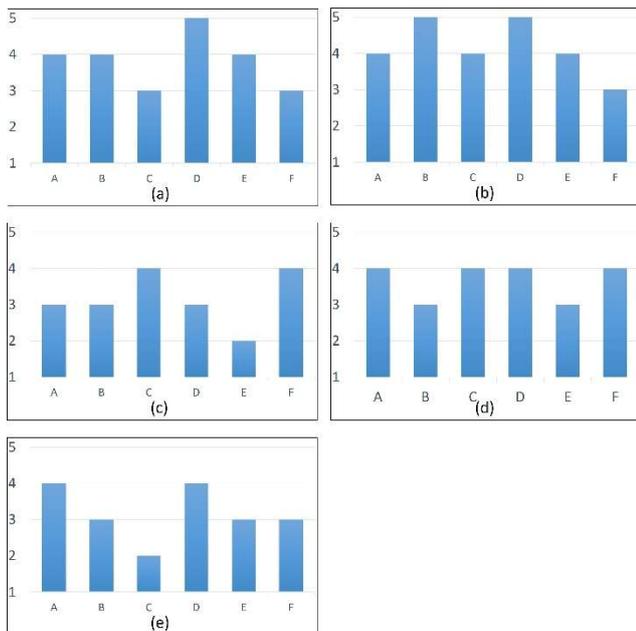


図4 2回目のアンケート結果

図3から、ユーザビリティに関する項目(a)(b)は、いずれも4点以上の高評価であり、(a)の平均4.2点、(b)の平均4.4点であった。インターフェースの基本的な操作性および視認性については肯定的な高評価が得られてた。特に、HTML/CSS ベースの構造により、Web に慣れた若年層にとって親しみやすいUI設計が影響していると考えられる。一方、モチベーションの向上(c)、継続意欲(d)、全体的な満足度(e)に関して、中程度の評価にとどまった。

図3と図4から、1回目と2回目の比較を行う。(a)の操作性、(b)の視認性に関しては、1回目と2回目で共に高評価を示しており、システムが利用しやすく視覚的に受け入れられやすい構造であることが再確認された。特に、視認性に関しては、1回目低評価であった F の評価が伸び、1

回目の平均4.4点より上昇し4.6点となった。これには、参加者がインターフェースに慣れたことで、情報の取得が容易になったと考えられる。

しかし、(c)のモチベーションに関する項目では、1回目よりもやや低下しており、2回目の振り返りによって、新たな気づきにつながらなかったことが分かる。振り返りのコメントは、動画から自動で生成し、インターフェースのレイアウトは変わらないため、1回目と2回目で同じようなコメントだとモチベーションが上がらない、または低下したのだと考える。これは、(d)にも当てはまる。継続的な使用の結果として、1回目と2回目で変化が少ないということは、「継続しても学びが少ない」と感じている可能性がある。

また、全体的な満足度では、1回目に低評価だった B と D の評価が2回目では向上しているが、他の参加者の評価に変化が見られなかった。つまり、全体的にみると改善を感じていないことを反映している。2回目の体験が「期待以上」ではなく「同等以下」であったと考えられる。これに関して、2回目に新鮮さがなかったことが原因として挙げられる。1回目は、初めて触れるシステムに対して満足度が反映されていたが、2回目では、1回目と基本的にUIが変わらないため、すでに知っているものとして変化に現れなかった。

また、自由記述では、視認性・操作性に関して高評価の意見があったものの、評価の範囲や基準が明確でないことに強い不安や不満の意見があった。肯定的な意見では、振り返りインターフェースが普段の意識しない行動を見直さきっかけとして、効果があることが示された。

一方で視認性に観点で一部の参加者からは、「色合いのせい或少し画面が見にくいと感じた」という意見も見られた。この指摘は少数ではあるものの、振り返りインターフェースの視認性や配色設計に関するアクセシビリティの課題を示唆している。特に、振り返りインターフェースは複数のコメント情報や動画、評価スコアなどを同時に表示するため、配色のコントラストや背景との明度差が不十分である場合、情報の読み取りに負荷がかかり、ユーザー体験の質を下げる要因となり得る。

評価範囲や基準の不満では、実験対象者が片付けている机以外も動画内に移っているため、他の机が片付いていないことで対象者の行動評価が不明瞭になっていることが原因であると考えられる。実験対象者の評価対象は自身が片付ける机であるという認識が、実際の評価に反映されていないため、振り返りの結果に納得が得られなかった。

5. 今後の課題

今後の改善策として、ウェブページの色合いに関して、視力特性やモニタ環境などによってユーザーごとに感じ方が異なるため、今後の改善においては以下のような対応が望まれる。

- ・アクセシビリティ基準 (WCAG など) に準拠した配色設計の導入
 - ・ユーザーが自ら配色テーマや背景の明度を切り替えられる設定機能の追加
 - ・コメント欄やスコア部分など、重要な情報に対してはフォントサイズやハイライト表示を強調する工夫
- これらの対応により、ユーザー個々の視認性ニーズに対応した柔軟なUI設計が可能となり、より幅広いユーザーにとって使いやすいインターフェースの実現が期待できる。複

数の対応方法があるが、動的なインターフェースの実現に向け、様々な工夫を検討する必要がある。

評価範囲について、評価の対象範囲を動画上で明示するといった、可視化機能を追加することが挙げられる。今後、机だけでなく複数のカテゴリを含んだ振り返りを行うことが想定される。そのため、インターフェースのカテゴリ部分やコメント部分をタップし、そのカテゴリの評価範囲を表示することで、利用者に対して今、何処の、振り返りを行っているかを明示しやすくなる。

加えて2回目は、1回目を踏まえた目標を設定し、それを踏まえた片付け行動をとることで、より成長実感を得る設計にしてもよかったのではないかと考えられる。実際、「目標が記載されていれば、より納得できた」という自由記述も見られ、振り返り内容と個人の目標が結びつくことで、評価結果の意味や方向性がより明確になり、モチベーションの維持・向上につながった可能性がある。振り返りとは単なる過去の評価にとどまらず、未来の行動に向けたフィードバックの役割を果たすべきであり、そのためにはユーザー自身が「次にどうしたいか」を主体的に定め、それに応じたフィードバックが提示される構造が重要である。目標設定の有無は、その構造の中核をなすものであり、今後のシステム設計においては、振り返りと目標の連動を組み込んだモデルの導入が有効であると考えられる。

さらに、評価結果を単なる数値で提示するだけでなく、視覚的なフィードバックを取り入れることが、より直感的で効果的な振り返り体験を提供する。具体的には、○×△や色分けされたスコアなどの視覚的要素を使うことで、ユーザーは評価結果を瞬時に理解でき、評価の意味を即座に把握できるようになる。例えば、「○」は目標達成、「△」は改善の余地あり、「×」は未達成という形で評価を示すことにより、ユーザーは視覚的に自分の行動がどの程度評価されているかを一目で確認できる。また、色分け（例：緑色は達成、黄色は改善、赤色は未達成）を用いることで、視覚的に評価を強調し、ユーザーにとってより印象的なフィードバックとなる。このような視覚的フィードバックは、数値的な評価だけでは伝えきれない感覚的な部分を補い、ユーザーが自己の進捗や課題に対する理解を深める手助けとなる。また、視覚的に強調されることで、ユーザーは評価結果に対してより強い関心を持ち、次回に向けた行動改善の意欲を高めることが期待される。

本システムは高次脳機能障害者の認知リハビリテーションの一環としての利用を目的としているため、今後、リハビリセンターでの実験を進め、実際の利用者からのフィードバックを反映させていく予定である。これにより、システムの有効性を実証するとともに、ユーザーの個別ニーズに応じた改善を行い、より効果的なリハビリ支援を提供することを目指す。実験の結果をもとに、システムの精度や使いやすさを向上させ、最終的には高次脳機能障害者の自立支援に貢献するシステムの実現を図る。

6. まとめ

本研究では、高次脳機能障害者に対する認知リハビリテーション支援システムを提案した。このシステムは、障害レベルに応じて目標設定やコメント生成、振り返りレイアウトを自動的に提供し、ユーザーが自分の行動を振り返る手助けを行う。健常者を対象とした実験結果から、ユーザビリティは高評価を得た一方で、モチベーション向上には限界があった。今後は、目標設定の強化やフィードバック

の多様化を図り、より効果的なリハビリテーション支援を実現することが求められる。これにより、高次脳機能障害者の生活の質向上を図る。そして、最終的には高次脳機能障害者の生活の質を向上させ、より自立した生活をサポートするために寄与できるシステムの完成を目指す。本研究は一部、公益財団法人 JKA の機械振興補助事業の助成（2025M-389）を受けた。

参考文献

- [1] 厚生労働省, “令和4年版厚生労働省白書-社会保障を支える人材の確保-”, pp.457-458(2023)
- [2] 黒後 祐美, 船山 道隆, 中島明日佳, 松川 勇, 中村 智之, “気づきの向上によりこだわりが改善した左側頭葉を中心とした頭部外傷の一例”, 認知リハビリテーション Vol.23, No.1, pp2-9(2018)
- [3] 宮脇健三郎, 佐野睦夫, 米村俊一, 大出道子, 松岡美保子, “高次脳機能障害者向け調理ナビゲーションのためのレシピおよび提示メディアの構造化,” 映像情報メディア学会論文誌 Vol.64, No.12, pp.1863-1872(2010)
- [4] 大井 翔, 佐野 睦夫, 渋谷 咲, 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, pp51-61(2015)
- [5] 佐野 睦夫, 中川 葵, 小谷 凌和, 大井 翔, 小山 智美, 西野 朋子, “高次脳機能障害者に対する掃除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.22, No.1, pp31-40(2017)
- [6] Peter Heumader, Klaus Miesenberger, Tomas Murillo-Morales, “Adaptive User Interfaces for People with Cognitive Disabilities within the Easy Reading Framework”, ICCHP 2020, LNCS 12377, pp.53-60, (2020)
- [7] Mark G. Friedman, Diane Nelson Bryen, “Web accessibility design recommendations for people with cognitive disabilities”, Technology and Disability, 19(4), pp.205-212, (2007)
- [8] Alejandro Garcia-Rudolph, Alberto Garcia-Molina, Eloy Opisso, Jose Tormos Muñoz, “Personalized Web-Based Cognitive Rehabilitation Treatments for Patients with Traumatic Brain Injury: Cluster Analysis”, JMIR Medical Informatics, 8(10), (2020)