

# 認知訓練システムの難易度調整に関する検討 — 包括的介護予防システムの実現へ向けて —

北越 大輔<sup>†</sup> 坂本 紫音<sup>†</sup> 鈴木 健太郎<sup>‡</sup> 鈴木 雅人<sup>†</sup>  
東京工業高等専門学校<sup>†</sup> 杏林大学<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

超高齢社会に突入した日本は現在、国民の約4人に1人以上が高齢者(65歳以上)であり、今後その割合は増加が予想される。そのような状況の中、高齢者が要支援・要介護状態になることを防ぐ介護予防に関する取組が注目されている。その一方、介護福祉関連人材の不足や、取組実施に伴う肉体的精神的負担を考慮し、手軽に楽しみながら習慣的に従事できる取組の考案が求められている。

著者らの研究グループは複数の介護予防システム研究に従事しており、本稿ではタブレット端末を用いた認知訓練システムについて紹介する。当該システムでは高齢者がタブレット端末上のソフトウェアエージェントと対話的やり取りを繰り返しながら認知訓練(頭の体操ゲーム)を実施することで、認知機能の維持・向上を図ることを目指しており、市内の老人クラブメンバーの協力を得て評価を行ってきた[1][2]。

本研究では、認知訓練の難易度設定、および難易度調整の機構に改良を加えることで、利用者の状況に応じた適切なゲーム実施環境を提供する。高齢者を対象とした実験を通して、改良による効果(ゲーム実施状況の改善、利用意欲の促進等)について評価する。

## 2. 認知訓練システム

認知訓練システムでは、利用者がタブレット端末に実装されたエージェントとの対話的やり取りを繰り返しながら記憶力ゲームに基づく認知訓練(複数の画像列を記憶していただき、その後、画像列中の虫食いとなった部分を思い出し回答)を実施することで、楽しみながら習慣的に認知訓練に取り組み可能となることを目指す。図1に示される通り、当該システムはタブレット端末、エージェント、およびデータベース

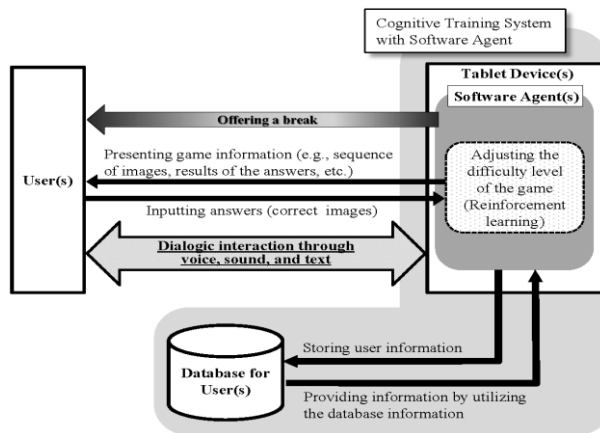


図1 認知訓練システムの概要

を主要な構成要素とする。

エージェントとの対話的やりとりやゲームの実施履歴はデータベースに蓄積され、これらのデータに強化学習を適用することで、利用者の状況に応じて訓練難易度が自動的に調整される。当該システムでは利用者への休憩の提案や訓練情報のフィードバック方法など、様々な観点から開発が進められているが、本稿では主に訓練難易度の調整機構について焦点を当てる。

## 3. 難易度設定・調整機構の改良

認知訓練システムにおける訓練難易度調整機構として、強化学習法の一つであるバケツリレー法(Bucket Brigade)を用いる。強化学習は、報酬を手掛かりとして試行錯誤的に最適な振舞を学習する機械学習法の一つとして知られる。難易度増減の方針を特徴付けるルール重みの更新式は以下の通り:

$$w(s_t, a_t) \leftarrow w(s_t, a_t) - C_{bid} \times w(s_t, a_t) - C_{tax} \times w(s_t, a_t) + r, \quad (1)$$

$$w(s_{t-1}, a_{t-1}) \leftarrow w(s_{t-1}, a_{t-1}) + C_{bid} \times w(s_t, a_t) \quad (2)$$

ここでルール $(s_t, a_t)$ は、「 $t$ 回目の行動選択でエージェントが状態 $s$ を観測した際、行動 $a$ を出力する」ことを意味し、ルール重み $w(s_t, a_t)$ が大きいくほど、同一状態で当該行動 $a$ が取られる確率が大きくなる。また、 $C_{bid}$ は $w(s_t, a_t)$ の値を $w(s_{t-1}, a_{t-1})$ へ伝搬する割合、 $C_{tax}$ はルール重み

A Study on Difficulty Level Coordination in Cognitive Training System -Toward the Development of Comprehensive Preventive Care System-

<sup>†</sup>D. Kitakoshi, S. Sakamoto, M. Suzuki, National Institute of Technology, Tokyo College

<sup>‡</sup>K. Suzuki, Kyorin University

に対する割引率と呼ばれるパラメータである。エージェントの状態は、前回訓練実施時からの時間間隔、正解率、画像列の記憶時間、回答時間の組合せからなり、当該状態における訓練難易度の増加、減少、維持から一つの行動を選択する。

著者ら所属機関の近隣に所在する老人クラブメンバや保健福祉センター来訪者を対象とした複数回にわたる実験の結果、難易度調整機構は利用者のゲーム実施履歴（記憶時間、回答時間、正答率など）に応じて適度な難易度（正答率 80～90%）となるよう調整可能であることが確認された一方、高齢者から「気分転換のため簡単な難易度でプレイしたくても手動で難易度を下げられない」といったコメントが得られた。これは、利用者の疲労度や集中度に関する情報を難易度調整に使用しなかったためと考えられる。また、実験開始当初から採用している難易度設定の一部に不自然な部分（利用者にとって難易度が上昇したとみなしづらい状態遷移をする部分）があることもわかった。以降では、本研究における難易度設定、および難易度調整機構の具体的な改善内容について述べる。

(1) 難易度設定の改良：表 1 に示す通り、記憶力ゲームにおける“記憶対象の数”および（利用者が回答すべき）“虫食い部分の数”双方が難易度増加時に減少することが無いよう修正。

(2) 難易度調整機構の改良：従来の状態定義で用いていた特徴量に加え、利用者の訓練実施時の集中度（疲労度）を推測可能な尺度として、訓練における記憶対象の記憶時間、解答時間と正答率の変化を活用することで状態定義を拡張。

#### 4. 実験および結果と考察

3 節で述べた 2 種類の修正 (1) と (2) の妥当性を評価するため、実験を実施した。

##### 4.1 実験設定

著者ら所属機関近隣の、70～80 代の老人クラブメンバ 5 名（男性 1 名、女性 4 名、平均年齢 79.2 歳）を対象に実験を実施した。実験期間は (1) 新旧各設定で 2 週間ずつ、(2) 改良前後で 5 日間ずつとし、実施順が結果に与える影響を抑えるため、協力者によって新旧（改良前後）における設定実施順を変更した。

##### 4.2 実験結果および考察

難易度設定の改良前後における全協力者の正解率の推移を図 1 に示す。図中、改良前（破線）、改良後（実線）双方とも、難易度の上昇に従い正解率が下がる傾向が確認できることから、難易度は適切に設定されていると考えられる。改

表 1 新旧難易度設定の比較

難易度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
従来設定	記憶対象数	4				8				12				-	-	-	-
	虫食対象数	1	2	3	2	4	6	3	6	9	-	-	-	-	-		
改良版設定	記憶対象数	4				6				9				12			
	虫食対象数	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	8	9	10			

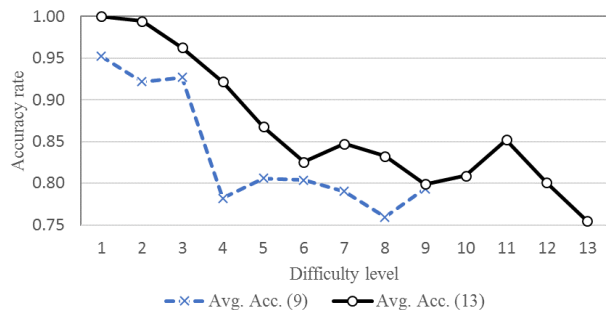


図 1 難易度変化に対する正解率の推移

善後、難易度 10～12 で正解率が高い傾向にあるのは、5 名の協力者中、ゲームに未習熟と思われる数名が当該難易度でプレイしていないためと思われる。また、アンケートの結果、改善前後どちらのゲームがやりやすかったかの質問に対しては、評価が分かれる結果となった。今後、改善前後の難易度設定で顕著な相違のある部分を集中して実施してもらおう、といった方式を採用し、より詳細な評価を進める必要がある。

#### 5. おわりに

本研究では、認知訓練システムの難易度設定、難易度調整機構に改良を加え、高齢者を対象とした実験を通してその妥当性について評価した。今回の結果をもとに、より柔軟な訓練実施環境構築に向け、さらなる改良を進めていく。

#### 謝辞

本研究の一部は、中山隼雄科学技術文化財団の助成を受けたものである。また、本研究の進捗にあたり数多くのご助言・ご協力を賜りました八王子市シニアクラブ連合会の皆様、介護老人保健施設藤沢ケアセンター職員の皆様に厚くお礼申し上げます。

#### 参考文献

[1] 北越, ほか “タブレット端末を用いた頭の体操システムの利用意欲促進に関する研究 - 利用情報フィードバックと難易度自動調整機能に関する検討-”, 信学技法, Vol. 116, No. 453, pp. 25-30, 2017.

[2] D. Kitakoshi et al. “Cognitive Training System for Dementia Prevention Using Memory Game Based on the Concept of Human-Agent Interaction”, JACIII, Vol. 19, No. 6, pp. 727-737, 2015.