

ADHD 児の為の九九学習ゲームの開発 Development of Multiplication Table Learning Games for ADHD

門脇 和央[†] 金子 和弘[†] 縄手 雅彦[†] 伊藤 史人[†]
Kazuhiisa Kadowaki Kazuhiro Kaneko Masahiko Nawate Ito Fumihito

1. 背景

発達障害の 1 つである ADHD (注意欠陥/多動性障害) の傾向がある児童・生徒は、課題遂行時や学習時において、多動性や衝動性が原因で課題に集中して取り組むことが難しい場合が多く、学習に遅れを及ぼす場合がある。また、児童・生徒の興味を引き出すような ICT を活用した学習ゲームが有効であると考えられており、ゲームを活用した学習事例が多く存在する[1][2]。しかしながら ADHD の児童・生徒に対して学習ゲームが有効であるか定量的に検討している研究は少ない。そこで、ADHD 児童・生徒に対して学習ゲームの有効性を検討することで、より効果的な支援を行うことができると考えられる。

2. 目的

本研究の目的は、ゲーム性が低い課題とゲーム性が高い課題においてそれぞれの課題遂行中の多動性と衝動性を評価し、ADHD 児童・生徒に対する九九学習ゲームの有効性を検討することである。

3. 方法

3.1 協力者

本研究における協力者は ADHD の診断を受けている小学 4 年生の男子児童である。普段の様子として多動性や衝動性が見られ、課題に集中して取り組むことができない場合がある。

3.2 視線計測方法

衝動性・多動性の評価指標として、画面から目を離れた回数、画面から目を離れた時間、および画面との距離の変化を使用した。画面から目を離れた回数を測定するにあたり、ADHD 児・者には触覚過敏がある場合が考えられるため非接触で計測することが望ましい。また今回の実験の課題が画面を見するという性質上、協力者の顔の向きの変化が少ないと思われる。したがって、本来は計測用ではないが簡易に顔情報が取得可能な openFrameworks のライブラリである FaceTracker を用いて顔の向きを検出した。

次に、視線測定の様式図を Fig. 1 に示す。FaceTracker で取得した鼻の法線ベクトル \mathbf{n}_f と平行な直線

$$\mathbf{s} = \mathbf{s}(t) = \mathbf{r}_0 + t\mathbf{n}_f \quad (1)$$

と画面に対応させた平面

$$\mathbf{n} \cdot (\mathbf{s} - \mathbf{r}_1) = 0 \quad (2)$$

との交点の位置 \mathbf{p} について考える。ここで、 \mathbf{n} は平面の法線ベクトル、 \mathbf{r}_0 は直線上の任意の位置ベクトル、 \mathbf{r} は点 \mathbf{p} へ向かう位置ベクトル、 \mathbf{r}_1 は平面上の任意の点 \mathbf{p}_1 へ向かう位置ベクトル、 t は直線のパラメータである。

式(2)を式(1)に代入すると

$$\mathbf{n} \cdot (\mathbf{r}_0 + t\mathbf{n}_f - \mathbf{r}_1) = 0 \quad (3)$$

となり、 t についてまとめると

$$t = \frac{\mathbf{n} \cdot (\mathbf{r}_0 - \mathbf{r}_1)}{\mathbf{n} \cdot \mathbf{n}_f}$$

となる。よって式(1)に上式を代入すると、

$$\mathbf{s}(t) = \mathbf{r} = -\frac{\mathbf{n} \cdot (\mathbf{r}_0 - \mathbf{r}_1)}{\mathbf{n} \cdot \mathbf{n}_f} \mathbf{n}_f$$

となる。本実験では、この交点の位置ベクトル \mathbf{r} を視線位置とした。

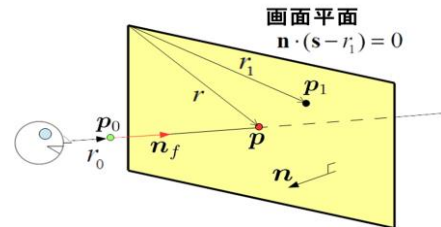


Fig. 1 視線推定の様式図

視線座標の精度を高めるため、実験前にディスプレイの四隅の 4 点と中心の 1 点を協力者に注視させ、各点毎に取得した視線データの 100 点の重心を用いてホモグラフィ変換し、視線座標のキャリブレーション[3]を行った。

また両目尻間の距離 d と画面までの距離 l が線形に変化することが事前の実験で分かっており、最小二乗法を用いて得た以下の式を用いて画面までの距離を計測した。

$$l = -5.83d + 113.69$$

3.3 課題

ゲーム性が低い九九課題の提示画面を Fig. 2 に示す。この課題は画面に提示される九九の答えを 6 つの選択肢から選択する課題である。間違っている選択肢を選んだ場合は、間違い音がフィードバックとして鳴り、提示された九九に合う選択肢を選ぶまで、何度でも選択できる仕様となっている。問題は全部で 30 問あり、課題に対する意欲向上のために終了時にスコアに応じた点数がランキング形式で表示される仕様にした。

次に、ゲーム性が高い課題のゲーム画面を Fig. 3 に示す。この課題は FPS(First Person Shooter)形式のゲームで、画面に呈示された九九の答えと同じ数字が表示されている敵キャラクターを撃つ課題である。問題の九九および敵キャラクターの数字は 15~20 秒で変更されるように設定した。ゲーム性を高めるために、プレイヤーに体力を設定し、敵キャラクターもプレイヤーに攻撃を行うよう設定した。さらにゲームの制限時間を 90 秒とし、制限時間終了時のスコアに応じた点数がランキング形式で表示されるようにした。また、FPS(First Person Shooter)形式のゲームは操作が難しいため、プレイヤーの習熟度に合わせて視点移動が上下左右のモードと左右のみのモードの 2 種類を用意した。

[†] 島根大学大学院総合理工学研究科

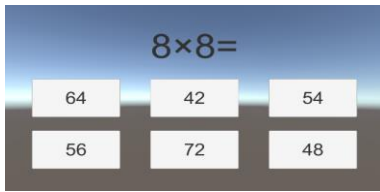


Fig. 2 ゲーム性が低い課題



Fig. 3 ゲーム性が高い課題

3.4 実験環境

通常の明るさの室内で机の上に計測用のノート PC、ゲーム用のノート PC、および課題提示用の 23 インチの外部ディスプレイを置き、実験協力者はそのディスプレイ前に着席した。外部ディスプレイ上部に Web カメラを取り付け、ディスプレイと協力者の距離が約 70cm となるように配置し、協力者の手元には課題時に使用するマウスとコントローラを配置した。実験の様子を Fig. 4 に示す。



Fig. 4 実験の様子

4. 結果と考察

課題の平均正答率、課題遂行中の視線が画面外に出た平均の回数、視線が画面外に出た総時間の平均、視線が画面外に出た 1 回あたりの平均時間をそれぞれ Fig. 5(a)~(d) に示す。また、その後期間を空けてそれぞれの課題を行った際の九九の正答率の月日別のデータを Fig. 6 に示す。まず、Fig. 5 より、平均正答率、視線が画面外に出た総時間および視線が画面外に出た 1 回あたりの時間において有意な差が確認できた。ゲーム性が低い課題において、協力者は九九の問題を見ずに答えを選ぶ様子や、思考せず答えを選択するなど課題に集中していない様子が見られた。一方で、ゲーム性が高い課題の場合は、課題の内容について興味を持つ様子が見られ、集中している様子が確認できた。

また、Fig. 6 よりゲーム性の低い課題において九九の正答率が上昇している箇所が見られる。期間を空けたため、一概には言えないが、ゲーム性の高い課題を行って行く中で九九に対する苦手意識が薄れ、ゲーム性の低い課題においても正答率の向上する可能性が示唆されたと思われる。

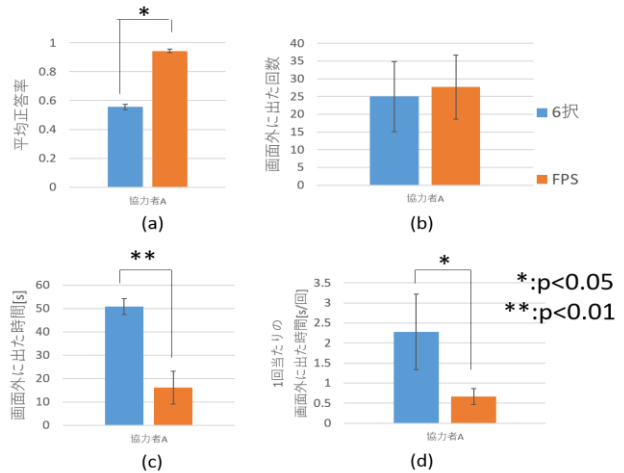


Fig. 5 (a)平均正答率, (b)視線が画面外に出た回数, (c)視線が画面外に出た総時間の平均, (d)1 回当たりの視線が画面外に出た平均時間

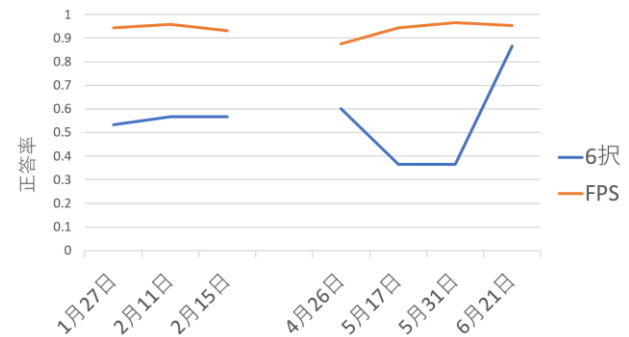


Fig. 6 月日別の九九正答率

5. まとめ

ADHD の児童に対して、ゲーム性の低い課題とゲーム性の高い課題それぞれの課題遂行中の視線方向の推定を行い、開発したゲームの有効性を検討した。その結果、ADHD の児童に対して複数の項目において有意な差が確認された。その後、期間を空けたデータにおいてゲーム性の低い課題においても九九正答率の向上する可能性を示唆する結果が得られた。これらのことから、ゲーム性が高い課題であれば課題に集中して取り組むことができ、ADHD の児童に対しても有効である可能性が示唆された。今後は、学習効果があるかどうか継続して課題を行い検討するとともに、他の協力者にも課題を行い、有効であるか確認する必要がある。また、ゲーム性の高い課題として FPS 形式を用いたが、他の形式のゲーム性の高い課題についても検討する必要がある。

謝辞

今回の研究を行うにあたって快く協力していただきました協力者、ならびに関係者の皆様へ深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 藤本徹, “ゲーム要素を取り入れた授業デザイン枠組みの開発と実践”, 日本教育工学論文, Vol.38, No.4, pp.351-361 (2015).
- [2] 藤本徹, “大学教育における「クエスト型授業」の開発と実践”, 日本デジタルゲーム学会 (2011)
- [3] Dong-Chan Cho, Wah-Seng Yap, HeeKyung Lee, Injae Lee, Whoi-Yul Kim, “Long Range Eye Gaze Tracking System for a Large Screen”, IEEE, Vol.58, No.4, pp.1119-1128 (2012)