

Rhodopsins2 : カラーフィルタを用いた単一動画像からの複数情報提示手法を応 用したコンテンツの制作

石崎航琉^{†1} 松永康佑^{†2} 藤木淳^{†2}

概要：筆者らは過去に、色眼鏡を装着すると特定の色波長が制限されることを利用し、単一刺激から複数のプレイヤーに異なる情報を知覚させ、協力的コミュニケーションを促すゲーム作品である「Rhodopsins」を制作した。Rhodopsinsにて使用した単一刺激からの複数情報提示手法では裸眼時に情報を秘匿することができない課題があったが、筆者らはフィルタ着用時のみ像を提示する手法を開発した。本稿では、開発手法を応用し制作した、協力的コミュニケーションを促すゲーム作品である「Rhodopsins2」について述べる。

1. 背景

筆者らは過去に、プレイヤーの協力的コミュニケーションを促すゲーム作品である「Rhodopsins」を制作した[1]。「Rhodopsins」では、3名のプレイヤーがそれぞれ異なる色の色眼鏡を装着することにより、特定の色波長が制限されることを利用して同一の画面を見ているプレイヤーにそれぞれ異なる情報を視知覚させることを実現した。各プレイヤーは一部が欠損した情報を知覚するため、他のプレイヤーとコミュニケーションを取り情報を補完し合うことでゲームをプレイしていく。

「Rhodopsins」にて使用した単一刺激からの複数情報提示手法では、裸眼で画面を視知覚した際に、情報を秘匿することができないという課題があった。この課題へ対応するため筆者らは、裸眼時には特定の情報を持たないノイズ動画像を提示しつつ、特定の色のカラーフィルタを適用した際にはフィルタの色に対応した画像情報を提示する手法を開発した。本稿では、開発した手法を応用し、裸眼時には情報を秘匿しつつも協力的コミュニケーションを促進するゲームコンテンツである「Rhodopsins2」を制作する。

2. 関連研究

2.1 ゲーム作品

二名のプレイヤーにそれぞれ異なる画像情報を提示し協力的なコミュニケーションを促進するゲーム作品として「違う冬の僕ら」がある[2]。「違う冬の僕ら」では、二名のプレイヤーが異なるディスプレイを見る状況下でプレイする。プレイヤーの操作するキャラクタは共通のフィールド上に存在するが、それぞれのプレイヤーに見えているグラフィックは異なる。それぞれ異なる世界を知覚しつつ協力してゴールを目指す。

色眼鏡を用いて複数の情報を切り替えて表示するゲーム作品として明治大学宮下研究室による「ばけつと不思議な色眼鏡」がある[3]。「ばけつと不思議な色眼鏡」では、一名のプレイヤーがデジタル画面上の仮想的なカラーフィルタの色を切り替えることにより、フィルタと同色のブロックの可視・不可視を選択する。見かけ上存在しないブロックはゲーム上でも存在しないものとして扱われるため、プレイヤーは、ブロックの可視・不可視を切り替えることによりブロックの出現・消失を操作してゴールを目指す。

2.2 複数の情報を提示する

人の認知特性を利用した単一刺激からの複数情報提示手法として、Hybrid Images がある[4]。Hybrid Images は、二つの画像から高周波成分と低周波成分をそれぞれ抽出し、それらを重ね合わせる処理を加えることで鑑賞者の距離に応じて提示する像を変化させることが可能である。光学的な処理を加えることによる単一刺激からの複数情報提示手法として、笥らの Lumisight Table がある[5]。Lumisight Table では、Lumisty と呼ばれる指向性を持つフィルムへ、異なる角度を持つ複数のプロジェクタから映像を投影することによりそれぞれの鑑賞者の位置に応じて異なる情報を提示する。

3. アルゴリズム

3.1 共通画像から特定の箇所のみを不可視化する手法

「Rhodopsins」にて使用した手法では、全てのプレイヤーが共通して視知覚できるオブジェクトは黒で描画し、特定のキャラクタのみが視知覚することのできない情報はプレイヤーの装着している色眼鏡と対応する色で描画する。フィルタと同色で描画されたオブジェクトは背景色と同化して視知覚されるため、プレイヤーはオブジェクトを知覚すること

^{†1} 札幌市立大学大学院

^{†2} 札幌市立大学

ができない。この手法では、プレイヤーが色眼鏡を外し裸眼で情報を視知覚した際に情報を秘匿することができない。

3.2 フィルタ装着時のみ特定の画像情報を提示する手法

裸眼時にはノイズ画像として情報を秘匿し、カラーフィルタ適用時にはフィルタの色に対応した情報を提示する手法について述べる。ゲシュタルト原則の一つである類同の法則に示される通り、同様なパターンで描画された柄は同じグループとして認識される人の認知特性があり、パターン認知と呼ばれている。提案手法では、このパターン認知を用いることで、鑑賞者が特定のカラーフィルタを通した閲覧時にノイズ動画像から特定の像を知覚させる。

3.2.1 裸眼時の情報秘匿

裸眼で視知覚した場合には画像情報を秘匿するアルゴリズムについて述べる。まず、画像をブロック毎に分けて処理を行う。裸眼時に像が認識されないように並置混色を利用して情報の秘匿を行う。具体的には、それぞれのブロック内に含まれるピクセルの輝度の総和が、全てのブロックにおいて等しくなるようにする。ブロックを構成するピクセルの数を n とした時、この関係は以下の式で表すことができる。

$$(R_1, G_1, B_1), (R_2, G_2, B_2) \dots (R_n, G_n, B_n)$$

$$\sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n G_i = \sum_{i=1}^n B_i \quad (1)$$

全てのブロックにおいて輝度の総和を等しくするために、ブロック内で使用する色の選定にはあらかじめ色数を限定したカラーパレットを使用する。カラーパレットの配色には、RGB における各色成分の最小値を $R_{\min}$, $G_{\min}$, $B_{\min}$, 最大値 $R_{\max}$, $G_{\max}$, $B_{\max}$ とした時、RGB の色成分がそれぞれ最小値か最大値を取る合計 8 パターンの色を用いる(図 1)。

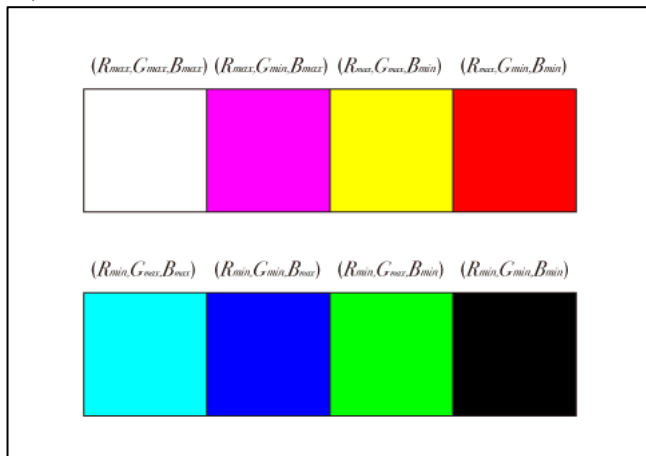


図 1 使用するカラーパレットの配色

3.2.2 カラーフィルタの分光特性を用いた複数情報提示

フィルタ適用時に特定のパターンを表示することで、像を認知させるアルゴリズムについて述べる。まず、パターン表示を用いた像の認知の基本的な手法について述べる。はじめに提示する画像 A を白と黒の二値化画像 A' へと変換する。画像 A' のうち、黒となる箇所には四角形のパターン、その他の箇所はランダムな値を取るノイズ模様を表示することで、画像を認知させる。

次に、カラーフィルタを適用した際にフィルタの色に応じた画像を認知させる手法について述べる。任意の大きさのブロックを四分割し、フィルタの色ごとにそれぞれが使用する区分を割り当てる。割り当ては、左上が赤フィルタ、右上が緑フィルタ、左下が青フィルタとした。下図はブロックを構成するピクセル数が 16 であるとした時の割り当てを示した図である(図 2)。一つのブロックを構成するピクセル数が 16 であるとした時、4 つのブロックを用いてパターンを表示した例が以下の図のようになる(図 3)。赤フィルタを重ねたとき、各ブロックを四分割した際に左上に位置するピクセルが黒く表示され、そのほかの領域ではランダム配置されたピクセルが表示される。提示する画像の図に当たる領域ではパターンが表示され、その他領域ではランダムノイズが表示されることで図の表示を行う。

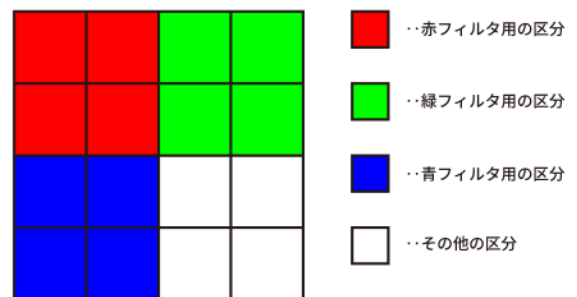


図 2 ブロック内のフィルタ領域割り当て

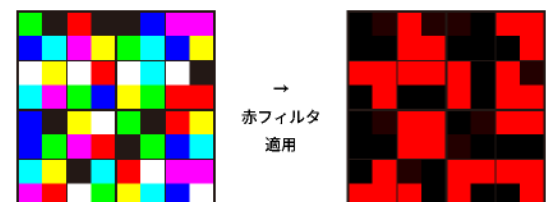


図 3 赤フィルタ適用によるパターン表示

3.2.3 出力結果

提案手法から出力した画像を以下に示す。図 4 は $n=64$,

色成分の最小値を 0, 最大値を 255 に設定した画像で, 図 5 は $n=64$, 各色成分の最小値を 0, $R_{\max}$ を 142, $G_{\max}$ を 87, $B_{\max}$ を 255 に設定し裸眼時の秘匿効果を向上させた画像である.

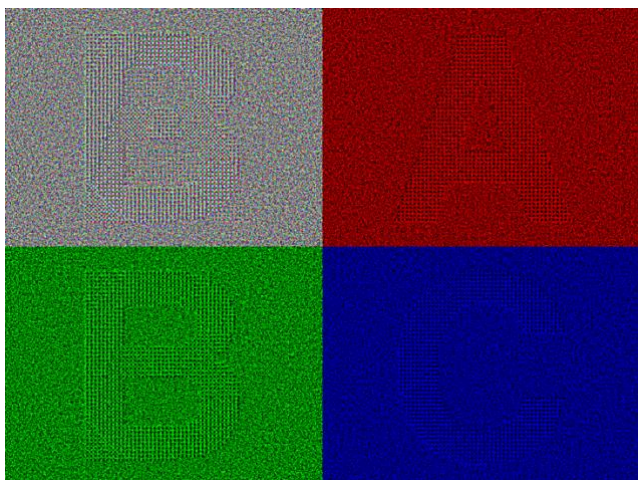


図 4 最大値を全て 255 とした場合の出力結果

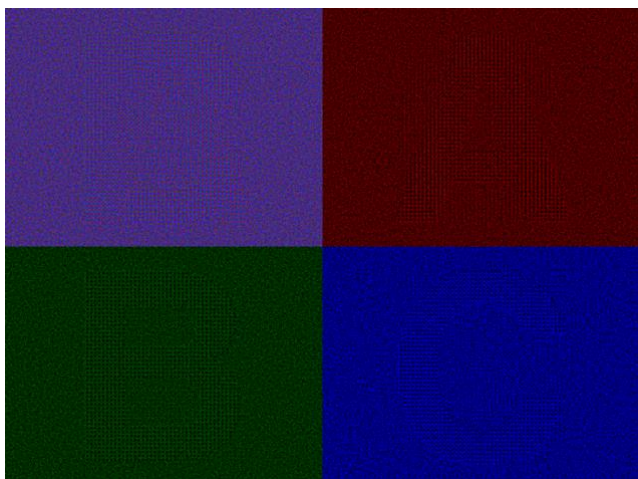


図 5 裸眼時の秘匿効果を上げた場合の出力結果

4. 応用コンテンツ

提案手法を応用し, 体験者らの協力的コミュニケーションを促進するゲームコンテンツである「Rhodopsins2」を制作した. 筆者らが過去に制作した協力型ゲームコンテンツである「Rhodopsins」では, フィルタによって見かけ上存在しないオブジェクトがあった場合でも, 他のプレイヤーが視知覚することができた場合はゲーム上存在するものとして扱った. 一方で, 本研究で制作した「Rhodopsins2」では, 他プレイヤーが認識しているかに関わらず, それぞれの体験者が視知覚しているオブジェクトのみをゲーム上存在するものとして扱う. 例を挙げると, 赤フィルタを着用したプレイヤーにのみ視知覚することのできるブロックがあった場合, そのブロックを視知覚することのできない緑と青のフィルタを着用しているプレイヤーの操作するキャラクタはそ

のブロックの上に立つことはできない(図 6, 図 7).

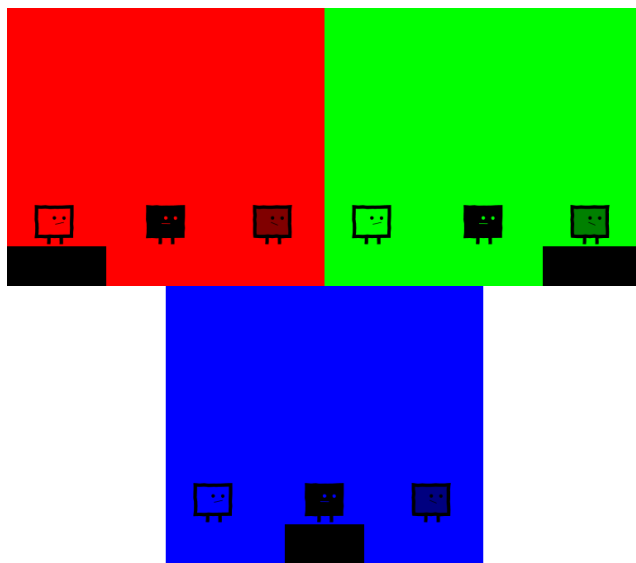


図 6 各プレイヤーへ設定されたステージ

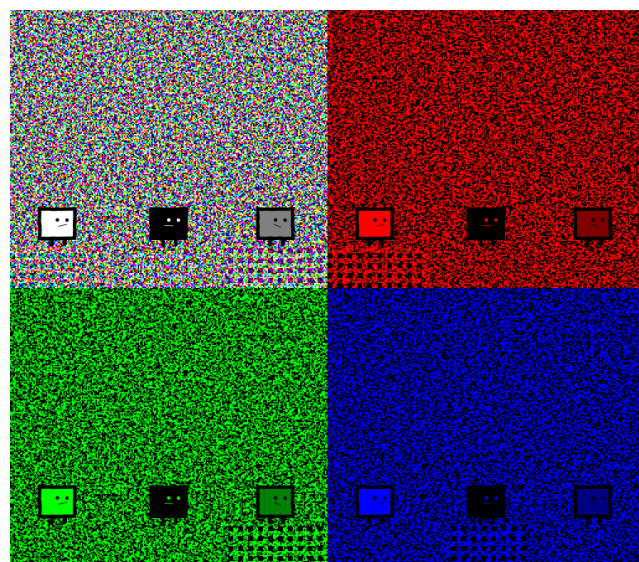


図 7 各プレイヤーがそれぞれ認知しているステージに従いプレイする

4.1 基本的なシステム

ステージは提案手法を用いて暗号化される. 一方で, キャラクターなど, 全てのプレイヤーが共通して視知覚可能なオブジェクトは暗号化せずに描画する. プレイヤーはキー入力により横方向の移動とジャンプを操作する. 他プレイヤーの操作するキャラクタの上に飛び乗ることも可能である.

4.2 協力的コミュニケーションを促すギミック

他のプレイヤーとの協力を促すためのギミックとして, 単独のプレイヤーでは到達不可能な位置にあるブロック上へ到達するギミックを実装した. 本コンテンツでは, 他のプレイヤーが操作するキャラクタの上に飛び乗ることが可能である. そのため, 自身が認知することのできないブロック上

にいる他キャラクタ上へ飛び乗ることで、自身が認知することのできないブロック上へ間接的に乗ることが可能となる。これにより、単独のプレイヤーでは到達することのできないブロック上へと到達させる(図 8)。また、提案手法は動画像での使用を想定しており、静止画で掲載する都合上視認性が悪くなることを考慮し、簡略化したイメージ図を掲載する。

用方向依存ディスプレイテーブル Lumisight Table の提案. 情報科学技術フォーラム, 293-294.

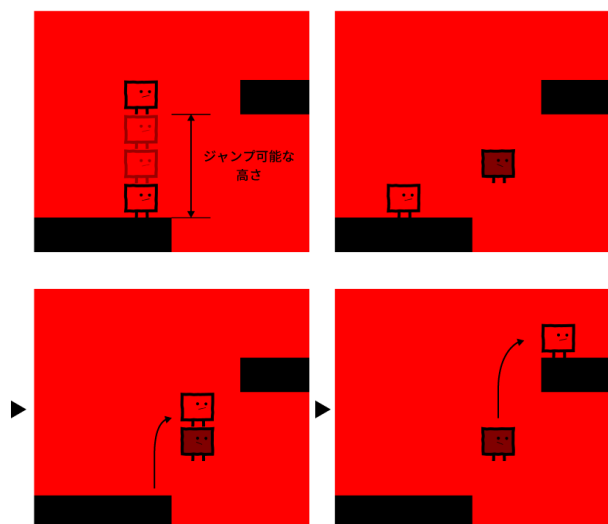


図 8 8 単独では到達不可能なブロックへ登るギミック

5. 展望

今後の展望として、被験者実験を行い、本コンテンツをプレイしてもらうことによる対話回数の増減への影響や、どのようなコミュニケーションが生じているかを検証する。また、現段階では、フィルタの適用はデジタル画面上における仮想的なフィルタによるシミュレーションにとどまっているため、実世界における物理的なフィルタの実装に向け、どのようなカラーフィルタが適しているかの選定を行う予定である。

参考文献

- [1] 石崎航琉, 柏木紬, 鎌上るるな, 蒲田暁, 沼畑亜美, 松永康佑, & 藤木淳. (2022). 色眼鏡インターフェースを用いたゲーム設計-ゲームを通じた新たなコミュニケーション体験の創造-. 日本デザイン学会 第 69 回研究発表大会, 264-265.
- [2] ところにより: 違う冬のぼくら(オンライン), 入手先 (<https://creatorslab.kodansha.co.jp/products/1275/>)(参照 2024-12-22).
- [3] 樋渡祥平, 海野貴智, 小口純矢, 高橋愛積, 高橋拓, 中里健也, 原田拓海, 山田浩暉, 宮下芳明. (2018). 色眼鏡を切り替えて進むアクションゲームのデザイン, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2018 論文集, Vol.2018, pp.215-219.
- [4] Oliva, A., Torralba, A. & Schyns, P.G.: (2006). Hybrid images. ACM Transactions on Graphics, Vol 25, 3. 527-532.
- [5] 寛康明, 飯田誠, & 苗村健. (2003). インタラクティブな多人数