犬の視覚特性を再現するVR体験システムの開発

多田 祐翔　湯村 翼 *
(北海道情報大学)

1　はじめに

人間と動物では，目の構造や色覚などの視覚特性が異なる．そのため，同じ環境に存在していても，生物によって得られる視覚情報に違いが生じる．例えば，色の識別能力や視点の高さが異なることで，同じ場所を見た場合でも得られる情報は変化する．このような生物ごとの視覚特性を理解するためには，文章や画像による説明だけでなく，異なる視覚環境を実際に体験する方法が有効である．

動物の視覚を体験的に扱った研究として，春日らはVRを用いて動物の視覚を学ぶ「アニマルめがねラボ」を提案している [1]．また，Marshmallow Laser Feastは，動物の感覚的な視点から森林環境を体験するVR作品「In the Eyes of the Animal」を制作している [2]．これらの研究や作品では，動物の視点から環境を体験できる一方で，あらかじめ設計された視覚表現を体験する形式である．

そこで本研究では，VR空間内をユーザ自身が移動しながら，動物の視覚特性による見え方の違いを体験できるシステムの開発を目的とする．本研究では，Meta Quest 3とUnityを用いてVR環境を構築し，犬の視覚特性を対象として再現する．犬の視覚特性として視点の高さと色覚に着目し，通常の人間視点と犬視点を切り替えて体験できるシステムを実装した．

2　犬の視覚特性を再現するVR体験システム

2.1　システム全体像

本研究では，Meta Quest 3を用いたスタンドアロン型のVRシステムを構築した．開発環境にはUnity 2022.3.22f1を使用した．VR空間内には犬視点への切り替えに使用するボタンを配置し，Meta Quest 3のコントローラを用いて操作できるようにした．

システムの全体像をFig. **??**に示す．ユーザがVR空間内の犬視点切り替えボタンにコントローラで接触すると，ボタンに設定したColliderが接触を検出する．接触を検出すると，Unity上で実装したC#スクリプトによって犬視点の有効・無効を切り替える．犬視点を有効にした場合，視点の高さを変更するとともに，犬の色覚を参考にした色変換を適用する．

2.2　VR空間の操作

VR空間内に配置した犬視点切り替えボタンは，Meta Quest 3のコントローラを用いて操作する．本研究ではハンドトラッキングではなく，コントローラとボタンとの接触を利用した操作方法を採用した．ボタンにはColliderを設定し，コントローラが接触した際に処理を実行する．

犬視点が無効な状態でボタンに接触すると，犬視点を有効にする．犬視点が有効な状態で再度ボタンに接触すると，犬視点を無効にして通常視点へ戻す．このように，同一のボタンを操作することで犬視点と通常視点を切り替えられるようにした．

また，連続した接触による誤動作を防ぐため，一定時間の待機時間を設けた．

2.3　犬視点への切り替え

人間と犬では身体の高さが異なるため，同じ環境に存在していても周囲の見え方は異なる．そこで本研究では，VRカメラを含むTrackingSpaceの位置を変更することで，ユーザの視点の高さを犬の視点に近づけた．

Unityでは，VRカメラを含むTrackingSpaceの位置を変更することで視点の高さを調整できる．犬視点切り替えボタンが有効になると，TrackingSpaceの位置を下方向へ移動させ，通常時よりも低い視点からVR空間を観察できるようにした．犬視点を無効にすると，TrackingSpaceを通常時の位置へ戻すことで，人間視点でVR空間を観察できるようにした．

これにより，同一のVR空間内で通常の人間視点と低い犬視点を切り替え，視点の高さによる見え方の違いを体験できるようにした．

2.4　犬の色覚の再現

犬の色覚について，Neitzらは犬の網膜に2種類の錐体視物質が存在し，犬が二色型色覚を持つことを示している [3]．また，Siniscalchiらは，犬の色覚がヒトの赤緑色覚異常に類似した特徴を持つことを報告している [4]．これらの研究を参考に，本研究ではVR空間の色を変換することで犬の色覚を簡略化して再現した．

色変換にはUnityのPost Processingを利用した (Fig. 1)．Post ProcessingのChannel Mixerを使用し，赤色および緑色の出力に対して赤と緑の成分を混合し，青色の出力では青成分を主に残す設定とした．具体的には，Red出力をRed 29，Green 71，Blue 0，Green出力をRed 29，Green 71，Blue 0，Blue出力をRed -2，Green 2，Blue 100とした．この設定により，人間が知覚する色の違いをそのまま表示するのではなく，赤色と緑色の色差を抑え，青色や黄色方向の色差を残す色変換を実現した．

色変換前のVR空間をFig. 2に示す．色変換後のVR空間をFig. 3に示す．Fig. 2では色変換を適用していない状態を示し，Fig. 3では犬視点の色変換を適用した状

*yumu@yumulab.org

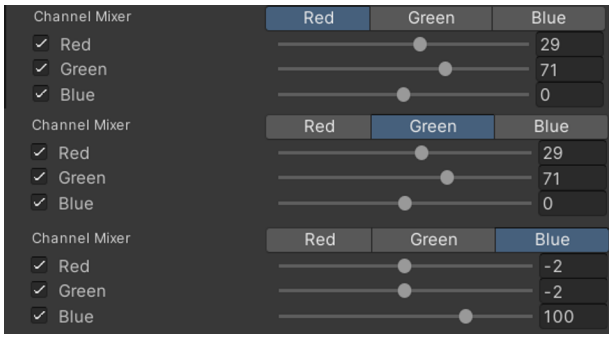


Fig. 1 Post Processing の色調整パネル.

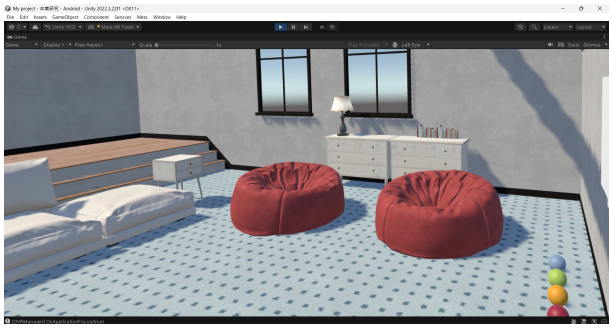


Fig. 2 色変換前の VR 空間.

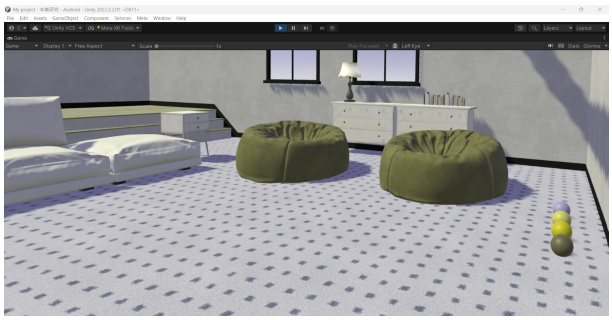


Fig. 3 色変換後の VR 空間.

態を示している．同じ VR 空間を用いて色変換の有無を比較することで，通常時と犬視点における色の見え方の違いを確認できる．

2.5 色変換の実装

犬の色覚を再現するための色変換は，Post Processing Volume に設定した Color Grading の Channel Mixer を利用して実装した．通常視点では Post Processing Volume を無効にし，犬視点へ切り替えると有効にすることで，設定した色変換を適用する．この方法により，VR 空間のオブジェクトやテクスチャを変更せず，同じ VR 空間で色の見え方を切り替えられる．

本研究で実装した色変換は，犬の色覚に関する知見を参考にした簡略化モデルであり，実際の犬の視覚情報を完全に再現するものではない．

3 おわりに

本研究では，犬の視覚特性を VR 空間上で体験するシステムの設計と実装を行った．Meta Quest 3 と Unity を用いて VR 環境を構築し，コントローラからの操作によって通常視点と犬視点を切り替えられるようにした．犬視点では TrackingSpace の位置を変更することで視点の高さを下げ，さらに犬の二色型色覚に関する研究を参考に，Post Processing の Channel Mixer を利用した色変換を実装した．

これにより，同一の VR 空間内で通常視点と犬視点を切り替え，視点の高さと色の見え方の違いを体験できるシステムを実現した．

一方で，本研究で実装した色変換は犬の視覚を完全に再現するものではなく，犬の色覚に関する知見を参考にした簡略化モデルである．また，犬の視覚には色覚以外にも，明暗への適応，視力，視野などの特性があるため，これらを考慮することで犬の視覚をより多面的に体験できると考えられる．

今後は，犬の視覚特性についてさらに検討し，明暗への適応などの視覚特性を追加するとともに，体験者を対象とした評価を行う．さらに，犬以外の動物についても視覚特性の調査と実装を進め，複数の動物の視点を VR 空間内で体験できるシステムへの拡張を目指す．

参考文献

[1] 春日 遥，大橋 真智子，山本 将隆，小西 祐輔，北村 春菜，池田 宥一郎，村井 貴,「アニマルめがねラボ：動物の視覚を学ぶ VR を用いた場のデザイン」，デザイン学研究作品集，Vol. 26，No. 1，pp. 30–35，2021.

[2] Marshmallow Laser Feast，“In the Eyes of the Animal,” 2015.

[3] J. Neitz, T. Geist, and G. H. Jacobs, “Color vision in the dog,” Visual Neuroscience, Vol. 3, No. 2, pp. 119–125, 1989.

[4] M. Siniscalchi, S. d’Ingeo, S. Fornelli, and A. Quaranta, “Are dogs red–green colour blind?” Royal Society Open Science, Vol. 4, No. 11, 170869, 2017.