

AR 技術によるリアルタイム視野狭窄シミュレーションの 開発とその可能性

Development and Potential of Real-Time Tunnel Vision Simulation Using Augmented Reality Technology

金子 祐二[†]

Yuji Kaneko

[†] 東北大学

Tohoku University

yuji.kaneko.t1@dc.tohoku.ac.jp

概要

本研究は、網膜色素変性症患者の視野狭窄をリアルタイムで再現する AR システムを開発し、その有効性を評価するものである。AR ヘッドセットとステレオカメラを用いて視野狭窄シミュレーションを実現した。主観的視覚的体験はボトムアップ的な知覚とトップダウン的な予測が統合されたものであると考えられ、主観的視覚的体験の再現には両者の考慮が必要であろう。視覚再現性の精度、処理速度向上、ユーザビリティなど、今後の改良点について議論する。

キーワード：視野狭窄、主観的視覚体験、福祉工学

1. はじめに

厚生労働省(2024)は「令和4年生活のしづらさなどに関する調査(全国在宅障害児・者等実態調査)」を2024年5月に発表し、その中で身体障害者手帳所持者は令和4年の推計で415.9万人、そのうち視覚障害者は6.6%の27.3万人としている。これに対し当事者団体から「過小である」との指摘がなされている(医療介護 CBnews, 2024)。これは調査手法(墨字・点字調査票の回収の問題)に対する指摘であるが、そうした調査手法や、「障害に対するスティグマ」の忌避のために手帳を取得しないケースのほか、「そもそも自分の視覚障害に気がついていない」ケースも少なくないと考えられる。

著者は網膜色素変性症(清水・築島, 2007; 厚生労働科学研究費補助金難治性疾患政策研究事業, 2016; 難病情報センター, 2023)患者であり、夜盲・視野狭窄の症状がある身体障害者である。視野は水平・垂直方向とも晴眼者(視覚が健常な者)の1/4程度であるが、矯正中心視力は1.0程度で、運転免許も所持・更新している。

病気の進行は非常に遅く、また実際には見えていない領域を脳がある程度補完しているとも考えられる。著者は2020年末に確定診断されたが、上述のような病気の特性上、診断よりも前から自覚はないが症状があったと考えられる。そのため自分に視覚障害があると知った時には「晴眼者は私の何倍も見えているのか」と

逆に驚いたほどであり、自分の視覚障害に気がついていない当事者であった。

著者が感じる生活のしづらさは、「見えにくさ」そのものよりも「見えにくさの伝えにくさ」にある。それは視野狭窄の程度が、他者に伝えにくい「角度」であるだけではない。当事者は失認(存在しているものがないように感じられる)や幻視(存在していないものがあるように感じられる)を伴い、どこまで見えているのか、あるいは何を持って「見える」とするかが判然としない。これは晴眼者であれ視覚障害者であれ、視覚とは、光学・眼科学的なボトムアップの刺激そのものではなく、記憶・経験・感情などによるトップダウン的な予測が統合された「主観的視覚体験」ともいべき体験であり、客観的な数値指標では伝えきれない主観であるという点が、伝えにくさにつながっていると考えられる。そしてこの伝えにくさが、家庭内や職場での動線改善、照明の最適化、PCの設定などのQoL改善を阻害していると考えられる。

このような背景から、著者らは、主観的な体験を排除せず、積極的に組み入れた視野狭窄シミュレーション・シミュレータの開発を行っている。既報の研究では、中心視野に急に人が現れるような動画を作成した(金子, 2023)。この動画に対しては複数の晴眼者から驚きの声があった一方で、視野狭窄当事者からは「まさにこのように見えている」という意見もあった。

これを踏まえ、よりリアルな体験ができることを目的として、リアルタイムでの視野狭窄シミュレーションを可能とする AR システムの開発を行っている。このシステムは、ユーザーがカメラ付きの AR ヘッドセットを装着することで、視野狭窄をリアルタイムに体験できるように設計されている。ヘッドセットに設置したカメラ画像を提示することで、ユーザーの頭部の動きに応じて視界が動的に変化する。さらに視線計測も同時に行い、視野狭窄の領域が眼球の動きにも追従

する。

本報では現在のシステムの詳細解説と、このシステムを用いて当事者のQoLを改善するにはさらにどのような機能や観点が必要であるかを議論する。

2. 開発システムの概要

開発システムの構成図を図1に示す。

図1 ARシステムの概要



開発システムは、ARヘッドセット、ステレオカメラ、PCからなる。ARヘッドセットの仕様を表1に示す。

表1 ARヘッドセットの仕様

モデル名	HTC VIVE Pro Eye
スクリーン	デュアル OLED 3.5 インチ
解像度	片目あたり 1440 x 1600 ピクセル
リフレッシュレート	90 Hz
視野角	最大 110°
視線データ出力周波数	120Hz
視線計測精度	0.5°-1.1° (FOV 20°以内)

ステレオカメラは表2の仕様のもを、ARヘッドセットに貼り付けた。

表2 ステレオカメラの仕様

モデル名	ELP-USB3D1080P02-H120
FOV	120°
圧縮フォーマット	MJPEG/ YUY2 (YUYV)
解像度・フレームレート	3840x1080@60fps

ARヘッドセットとステレオカメラはそれぞれ専用のケーブルとUSBでPCに接続されている。PCはOS

Windows11, Visual Studio 2022 上でソフトウェア開発を行った。機能は以下の通り。

カメラ画像の取得：本ステレオカメラは左右の画像が同期され一枚の画像として取得できるため、まず左目と右目に分割する

視線計測：視線計測結果は HTC の SRanipalSDK によって取得する。

画像処理：視線計測結果から注目点を算出し、注目点を中心に、外に行くほど解像度が低くなるような、同心円状にぼかし処理をかける。

処理画像の提示：OpenXRにて、処理した画像をARヘッドセット内の左右のスクリーンに提示する。

作成したソフトウェアは

<https://github.com/yujikaneko/RPView2> に格納されている。

3. 結果

PCデスクの前に着座した被験者がARヘッドセットを装着し、検証を行った。ARヘッドセットに提示されている画像の例を図2,3に示す。図内の赤十字は視線計測結果から推定される視線方向である。

図2 AR画像 (視線：中心)

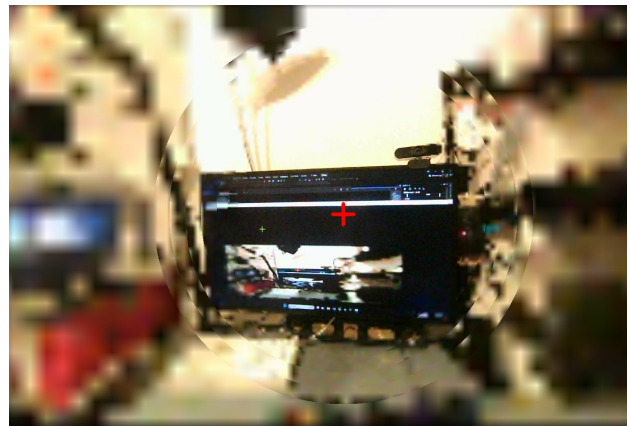


図3 AR画像 (視線：下方向)

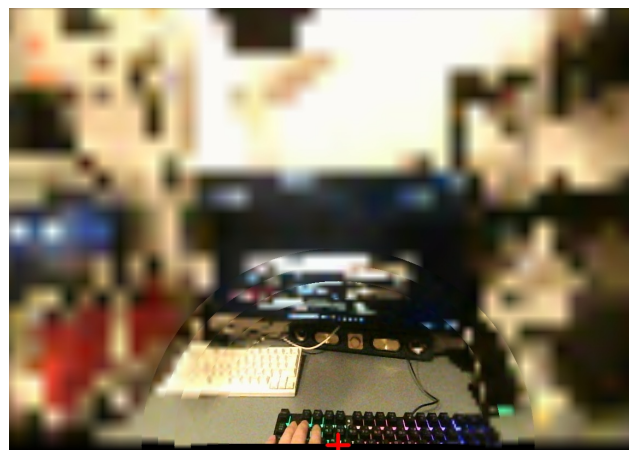


図2においては、視線はほぼ中央にあり、それを中心に中心視野が広がり、周辺視野はぼやけている。図3においては、視線を下方向に向けた。視線を中心に周辺視野はぼやけていることがわかる。

処理時間の大部分はぼかし処理などの画像処理で、1フレームあたり約120ミリ秒、フレームレートで8fpsであった。

4. 考察

視覚再現性の精度

本システムで提示を試みている視野狭窄の「見え方」は非常に主観的であり、その「精度」については定義から議論する必要がある。

考えられる一つの定義は、ヘッドセットを装着した状態で視野計測を行い、当事者の視野計測結果と合致するかどうかを評価する方式が考えられる。具体的には、本システムを使用してゴールドマン視野計などの標準的な視野計測を行い、その結果と当事者の視野計測結果を比較することで、システムが実際の視野狭窄の見え方をどの程度正確に再現しているかを評価することができると考えられる。

また晴眼者がこのシステムを使用して、すぐに失認や幻視といった主観的な体験ができるかどうかについても検討が必要である。主観的な体験が発現するには、ボトムアップの刺激を受けて一定期間の「学習」が必要とも考えられ、今後の研究課題である。

画像処理の処理速度

本システムでは、視線計測結果に基づいてリアルタイムで画像処理を行うため、視線の移動から視野狭窄画像の提示までに一定の遅れが発生する。現状100ミリ秒以上の遅延が発生しており、歩行など視線移動が頻繁な状況下ではさらなる改善が必要であろう。

システムのユーザビリティ

ユーザビリティについては、システムの操作性や装着感に関するユーザーフィードバックを基に評価する必要がある。ヘッドセットの装着感や長時間の使用における快適性のほか、本システムは電源が必要であること、PCとの有線接続であることなどが、移動時や屋外での使用の制約となりうるため、改良が必要である。

応用範囲

本システムは、視野狭窄当事者の日常生活やリハビリテーション、当事者支援の現場での実用のために以下の改善点が挙げられる。例えば、家庭内や職場での動

線改善に向けては、上述のように電源や有線接続が支障となりうる。またPCの操作改善については、ヘッドセットでカメラ越しのPCの画面を見ると解像度が低く、評価が難しい。直接PCの画面をヘッドセットに提示するなどの対処が必要になると考えられる。

5. 展望

本システムでは、視野狭窄当事者の視覚体験を再現するために、視線計測データを基に周辺視野にぼかし処理を施す手法を採用した。しかし、主観的な視覚体験を積極的に再現するために、中心視野に入ったときだけオブジェクトが見えるようなVRも考えられる。これは、当事者が実際に感じる「中心視野に突然現れる物体」の体験をより直接的に提示できると考えられる。ただし過度なシミュレーションは汎用性や再現性に問題が生じる可能性があるため、本システムのような視野狭窄ARとの対比をしながら検討を進める必要がある。

文献

- 医療介護CBnews. (2024). 障害者手帳持つ視覚障害者、推計は「過少」の可能性。基準の該当者は3倍超の指摘も。社保審・障害者部会。
<https://www.cbnews.jp/news/entry/20240704170524> (2024年7月13日閲覧)。
- 金子 祐二. (2023). 視野狭窄の視覚を再現する画像フィルタの開発とその応用—当事者として—. 日本認知科学会第40回大会論文集。
- 厚生労働科学研究費補助金難治性疾患政策研究事業 網膜脈絡膜・視神経萎縮症に関する調査研究班 網膜色素変性診療ガイドライン作成ワーキンググループ. (2016). 網膜色素変性診療ガイドライン. 日本眼科学会雑誌, 120(12), 846-861.
- 厚生労働省. (2024). 令和4年生活のしづらさなどに関する調査(全国在宅障害児・者等実態調査)。
- 清水 里美・築島 謙次. (2007). IV.年齢と疾患によるケアの特徴 3.疾患別特徴 1) 網膜色素変性症. ロービジョンケアガイド, 136-140.
- 難病情報センター. (2023). 「網膜色素変性症」.
<https://www.nanbyou.or.jp/entry/196> (2024年7月13日閲覧)。