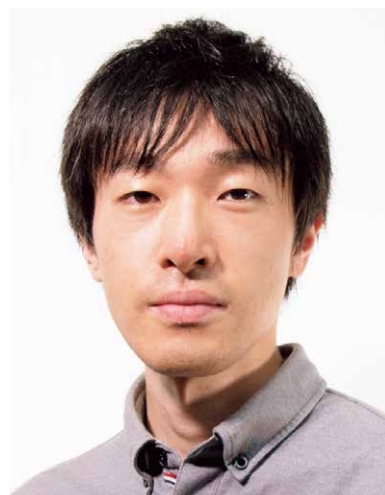




人の知覚に寄り添った自然で快適な映像表示 ～人間の視覚情報処理モデルに基づく表示映像の最適化～

Human-centric image rendering for natural & comfortable viewing
– Image optimization based on human visual information processing models –



NTT コミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部

吹上 大樹

Taiki Fukiage

●プロフィール

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 人間情報研究部 感覚表現研究グループ 主任研究員。2009年東京大学教養学部卒業。2011年東京大学大学院総合文化研究科修士課程修了。2015年東京大学学際情報学府博士課程修了。博士(学際情報学)。同年、NTT入社して以来、人間の視覚特性に基づくメディア表示技術の研究に従事。

情報表示技術や表示デバイスの発展に伴い、近い将来、現実空間のあらゆる場所が情報表示のためのスクリーンとして使われるようになるかもしれません。しかし、プロジェクタや透過型ディスプレイを用いた新しい表示技術では、周囲の明るさや背景の模様によって表示画像の見え方が大きく変化するため、映画館のように常に理想的な表示はできません。このようなとき、人間がどのようにしてものを見ているのかを理解することが問題解決の鍵となります。本講演では、この考えに基づき、人間の脳内で行われている視覚情報処理プロセスをモデル化し、それに基づいて表示映像を最適化するアプローチを紹介します。

人間の視覚系は、私たちが日々目にする世界の情報を処理し、把握するための複雑なシステムです。この理解を深めることは、メディア表示技術の発展において非常に重要な役割を果たしています。例えば、人間の視覚は三色を基に色を識別する三色色覚に基づいており、この原理はデジタルディスプレイや画像処理技術において色を再現するための基礎となっています。また、画像や映像の圧縮技術は、人間の視覚の感度

特性に基づき、重要な情報を保持しつつ画像のファイルサイズを大幅に削減することを可能にしています。ステレオ立体表示では、人間が両眼の網膜像の差分に基づいて奥行きを知覚する特性を利用し、三次元の世界をディスプレイ上で再現しています。最近では、人間の網膜の光センサ密度が視野中心部で高く、周辺部で疎になる特性を利用して、視点位置に合わせて解像度を変化させ、計算コストを節約する中心楕円ダウニング技術がバーチャルリアリティ向けのデバイス等で採用されています。このように、人間の視覚特性を理解し、それを巧みに利用することで、物理世界を完全に再現することなく、効率的に知覚世界を再現することが可能になります。

技術の発展に伴い、近年では映像表示方法の多様化が益々進んでいます。これに伴い、人間の視覚特性に合わせた映像表示技術の重要性は今後さらに高まると考えられます。こうしたアプローチの1つとして、私たちの研究グループでは、人間の視覚情報処理プロセスをモデル化し、そのモデルに基づいて表示映像を自動的に最適化する研究に取り組んでいます(図1)。

例えば、拡張現実感ディスプレイなどでは現実空間中に別の画像情報を半透明表示することがよくあります。しかし、半透明表示した画像のみやすさ(視認性)は背景の影響を受けて変化するため、望んだ視認性を維持することは困難です。これに対処するため、私たちは脳内におけるコントラスト検出メカニズムの振る舞いが視認性にどのように影響しているかを調査し、このメカニズムを模倣するモジュールを備えた視認性予測モデルを開発しました。この知覚モデルに基づいて透過度を最適化することで、任意の画像の組み合わせに対して所望の視認性に近づけることができるようになりました(図2、[1])。本技術により、透過表示した情報の視認性を快適に保つことや、映像編集ソフトにおいてブレンド画像の視認性をより直感的に操作することが可能になると考えられます。

また、プロジェクションマッピングという技術では、現実空間に馴染むように画像や映像を投影します。しかし、明るい環境や、投影先の実物体の光吸収率によっては、投影像のコントラストが足りず、思ったような見た目が得られないことがあります。これに対し、私たちは脳内の視覚情報表現を再現する計算モデルを用いて、「知覚の上で」理想的な映像に最も近づけるよう投影像を最適化する方法を提案しました[2,3]。これにより、物理的には理想的な見た目を作ることが難しい条件

下でも、視聴者には自然な見た目として感じられるようになります。

将来的に、現実空間のあらゆる場所が情報表示のスクリーンとして使用されるようになるかもしれません。しかし、表示環境が常に変化するなかで、最適な表示を人手で作り込むことは現実的ではありません。私たちの研究では、人の知覚のモデルを用いることで、こうした場面でも常に自然で違和感のない体験を提供することを目指します。最近では生成AI技術の発達により、誰でも簡単に美しく自然な画像・映像をつくれるようになってきましたが、多様な表示環境で求められる制約の下でより良い表示を行うためには、使用環境毎のチューニングが不可欠です。もし人間の知覚を模倣したモデルがあれば、その都度、大量の評価データを集める手間を省くことができるでしょう。ただし、今私たちが映像の最適化に活用できる視覚系のモデルは、人間の脳内に存在する複雑な処理のごく一部分だけです。今後、人間が「自然」と感じるための必要十分条件の解明を進めていくことで、物理的制約の中で表現できる映像の幅をさらに柔軟に広げていくことが期待されます[4]。

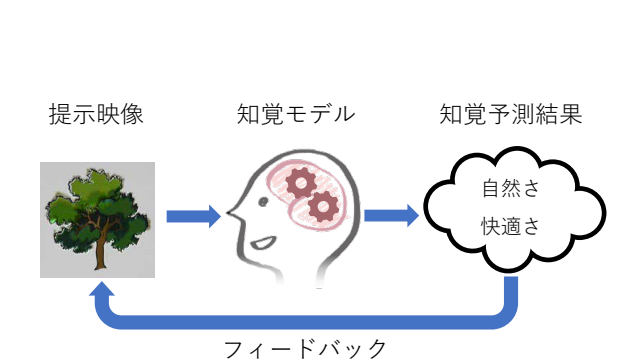


図1：人間の視覚情報処理モデルに基づく表示映像の最適化

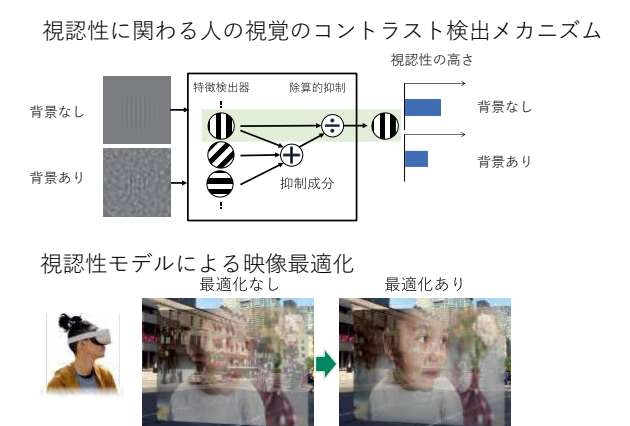


図2：人間のコントラスト検出メカニズムを取り入れた視認性予測モデルによる表示映像の最適化

●参考文献

- [1] T. Fukiage, T. Oishi, "A content-adaptive visibility predictor for perceptually optimized image blending," ACM Transaction on Applied Perception (ACM TAP), Vol. 20, No. 3, pp. 1-29, 2023
- [2] T. Fukiage, T. Kawabe, S. Nishida, "Perceptually based adaptive motion retargeting to animate real objects by light projection," IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics (IEEE TVCG), Vol. 25, No. 5, pp. 2061-2071, 2019.
- [3] R. Akiyama, T. Fukiage, S. Nishida, "Perceptually-based optimization for radiometric projector compensation," in Proc. IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (IEEE VR), 2022.
- [4] T. Fukiage, S. Nishida, "Local image statistics can account for the perceived naturalness of image contrast," Annual Meeting of Vision Sciences Society (VSS), 2023.