

## 視覚をだまし、質感を操作する

液体質感の科学的解明と変幻灯の開発

*Hack human vision, control material appearance*

*Liquid material impression and Hen-GenTou*



人間情報研究部  
河邊 隆寛  
Takahiro Kawabe

### 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 主任研究員。主な研究テーマは視覚質感科学および視覚質感操作。1979年に長崎県で生まれる。2005年に九州大学大学院人間環境学府で博士号(心理学)取得。2011年にNTT コミュニケーション基礎研究所にリサーチスペシャリストとして入社、2015年より現職。2013年に日本心理学会第8回国際賞奨励賞を受賞。

### はじめに

他者をだまして自らが利益を得るのはよくありませんが、脳をだましてユーザーに利益を与えることはあながち悪いこととは言えません。特に、視覚をごまかす、いわゆる錯覚を利用した情報提示は、視覚情報を送る側にも、受ける側にも恩恵を与えることができます。本講演では、画像情報処理や光投影技術によってユーザーに錯覚を与えることで、簡易に、しかしながら、劇的に、視覚質感印象を操作することに成功した研究例を紹介いたします。

### 質感の科学

布は柔らかく温かい、金属は固く冷たい、というように、我々は対象の材質やその特性印象、すなわち質感を感じ取ることができます。この質感を認識する脳の仕組みの探求は知覚科学で最近取り組まれ始めたホットなテーマです。一般に材質の物性は複雑であり、それが故に材質が人間にもたらす感覚情報も複雑になります。したがって、質感の科学では、材質の物性、感覚情報、および知覚内容の3者を密に検討する必要があります。

### 画像操作による液体質感印象の制御

我々は最近、材質の中でもその挙動が大変複雑である液体を人間がどのように視覚的に認識しているか、という問題に取り組み始めました。透明な液体は空気と異なる屈折率を持っているため、液体内で反射して液体外に出る光は屈折します。その際、液体内やその底面にある対象の画像情報は変形します。

我々は、この画像の変形と液体を認識することとの間の関係を調べました[1]。その結果、画像の変形が時間的に連続して生じるときに、あたかも透明な液体が画像上を流れているように感じることを実証しました。変形が時間的に連続しない場合、透明な液体が流れている印象は生じませんでした。更に研究を深く進めると、連続した画像変形の中でも特定の時空間変形周波数帯域が、透明な液体の流れ印象を喚起する重要な要素であることを突きとめました。

そしてこの知見を利用することで、流れる透明液体の印象をつくりだす技術を開発しました。つまり、静止した画像を上記の時空間変形周波数帯域を利用して変形させるこ

とで、本来その画像には存在しなかった流れる透明液体の印象を作り出すことに成功したのです。

### 動きの質感を操作する光投影技術「変幻灯」の開発

上記の液体質感印象を表示する技術は、あくまで画像中の話でした。ここで我々は、画像という仮想的な世界の産物から離れ、現実世界の物体、つまり実物体へ透明液体印象を表示することが可能かどうかを検討しはじめました。

ここで光投影技術(いわゆるプロジェクションマッピング)に注目しました。光投影技術は、ビデオプロジェクタからの投影画像を利用し、実物体が実際とは異なる視覚印象をもつように投影画像を制御する技術です。既存の光投影技術は、本来実物体の表面にある模様や色味を打ち消し、新しい視覚情報を映し出す技術です。そのため既存技術では、実物体に備わっている模様や色味を残したまま、透明液体印象のみを追加するということが不可能でした。

我々はここで、錯覚を利用することで実物体に透明液体印象を与える方法を思いつきました。動きを見る際に働く視覚情報処理では、色よりも明るさが重要視されることが知られています。この特性を利用し、白黒の動きパターンを実対象へ投影することにより、色やテクスチャを含む実物

体の外観がそのまま動いたり変形したりするようになるのではないかと考えました。

この考えを基に開発したのが変幻灯です[2]。図1は変幻灯の代表的なシステム例です。まずカメラで投影対象のグレースケール画像を取得します。その画像を画像処理によって変形し、変形前後の差分画像を得ます。この差分画像は明暗のみで構成されています。その差分画像の明るさレベル調整しつつ投影対象へ投影することで、あたかもその対象が変形しているかのような印象を得ることができます。これは、投影した差分画像の明暗パターンが動きの錯覚を生じさせるためであると考えています。変形のパターンを工夫することで、液体印象、熱気印象はもとより、肖像画の表情を変えることも可能です。

### まとめ

錯覚を利用することにより、豊かな視覚表現を簡易に、そして時には経済的に、ユーザーへ提供することができます。視覚を科学的に明らかにする、そして視覚を映像技術に利用する、その2つの目的を同時に満たすような研究開発に今後も取り組みたいと思います。

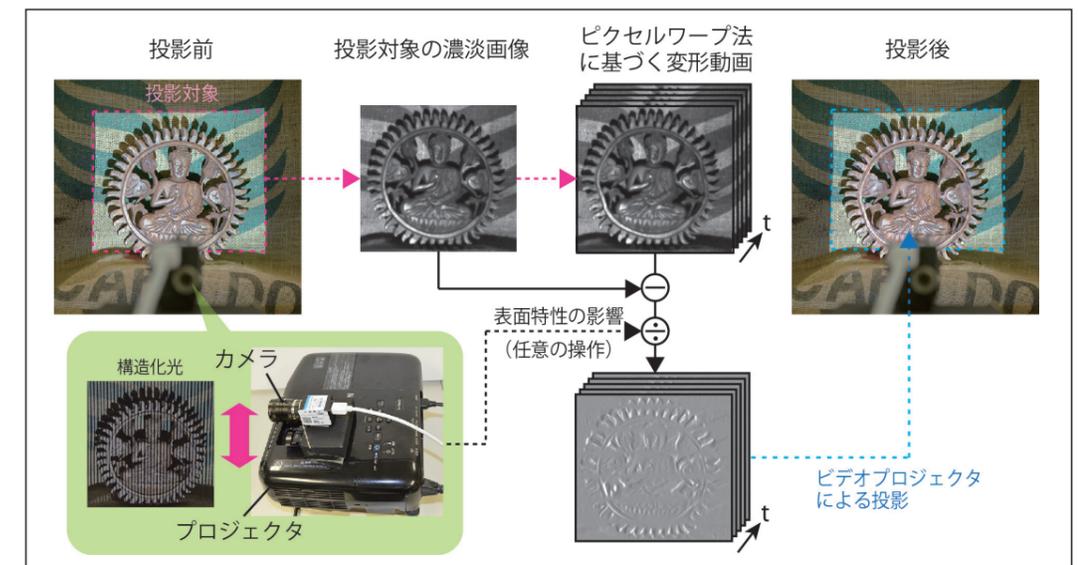


図1: 変幻灯のシステム構成例

### 【関連文献】

- [1] T. Kawabe, K. Maruya, S. Nishida, "Perceptual transparency from image deformation", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 112, No. 33, pp. E4620-E4627, 2015.
- [2] T. Kawabe, T. Fukiage, M. Sawayama, S. Nishida, "Deformation lamps: A projection technique to make static objects perceptually dynamic", *ACM Transaction on Applied Perception*, Vol. 13, No. 2, Article 10, pp. 1-17, 2016.