

英語論文輪講

A. Oliva, et al., "Hybrid Images,"

ACM Transactions on Graphics, ACM Siggraph, 25-3, 527-530, 2006

岩淵 勇樹

2007年5月29日

Abstract

見る距離によって見え方が変化する静止画“ハイブリッドイメージ”を提案する。ハイブリッドイメージは人間の知覚における多重処理に基づいている。本研究では、知覚的群化を考慮に入れることによって、安定した効果を持つハイブリッドイメージを作れることを示す。そのうえで、さまざまなハイブリッドイメージの例を紹介する。

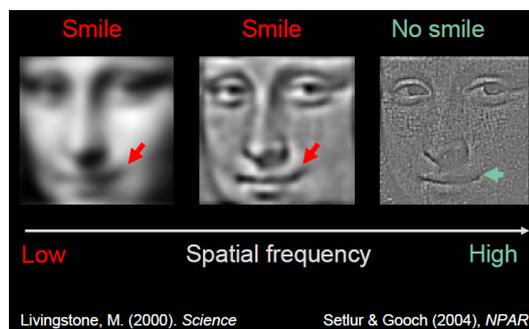


図 2: モナリザの微笑

1 Introduction

我々は、視覚の多重機構の特徴を生かし、見る距離または提示時間によって見た目が変わる錯視（ハイブリッドイメージ）を考案した。Fig. 1は近くから見ると哀しげな表情であるが、遠くから見ると笑顔（驚き）に見える。

芸術家は、空間周波数を巧妙に操作して、周辺視野に依存して変化する知覚を引き起こさせる。



図 1: 芸術家によるハイブリッド的絵画

ハイブリッドイメージは、2つの異なる周波数領域（高周波域と低周波域）を用いて2つの画像を合成することによって生成される。画像全体で2つの見方ができる点で、いわゆるフォトモザイクとは異なる技術である。

2 ハイブリッドイメージの構成

フーリエ領域について、以下を定義する。

- I_1, I_2 : 合成される画像
- G_1, G_2 : フィルタ
- H : ハイブリッドイメージ

ハイブリッドイメージ H は以下の式によって構成される。

$$H = I_1 \cdot G_1 + I_2 \cdot (1 - G_2) \quad (1)$$

LPF および HPF にはガウスフィルタを用いる (G_1 と G_2)。なお、それぞれのフィルタにおいて利得が $1/2$

になる周波数をカットオフ周波数と定義する。ハイブリッドイメージを作る際に必要となる変数は、LPF のカットオフ周波数と HPF のカットオフ周波数の 2 つである。加えて、それぞれの利得をもう 1 つの変数とすることも考えられる。

2.1 ハイブリッドイメージの知覚

人間の目は画像の内容の認識を瞬間的にできる (100 ms [Potter 1975]) が、それは全体から細部にむけて解析されるようである [Burt and Adelson 1983; Majaj et al.2002]。

ハイブリッドイメージを刺激として用いた実験 [Schyns and Oliva 1994] では、低周波部分 (チーター : 8 cycles/image) が 30ms の提示で認識された一方、高周波部分 (トラ : 24 cycles/image) は 150ms の提示で認識された。同様に Fig. 5.b を用いた実験も行われたが、結果的に、ある周波数域に注目すると他の周波数域の画像は認識されないという重要な結果が得られた。

2.2 知覚的群化の法則とハイブリッドイメージ

よいハイブリッドイメージを作るためには、同時に 2 つの画像が認識されないような工夫が必要である。

ハイブリッドイメージの効果は、知覚的群化の法則によって変化する。低周波成分 (プロブ:小塊) は境界がぼんやりしているため、雑多な要素よりもコンパクトな要素、非対称形よりも対称形、などゲシュタルトの法則に従って形状が特定される。

パターン 対称形や周期パターンが低周波域に現れると、それが常に目立って認識されてしまうため、ハイブリッドイメージには適さない。また、2 つの画像の境界線のある程度一致させることによって、片方の画像の突出を抑えることができる (Fig. 3 参照)。

色 色は群化を引き起こす大きな要因となる。例えば、Fig. 4 では自転車の輪郭を強調するために彩色が施されている。

カットオフ周波数 Fig 5.a のように、フィルタ同士が大きく重なり合うと、画像変化がくっきりと起きない。Fig 5.b のように、カットオフ周波数に幅を持たせることで、よいハイブリッドイメージが得られる。この手法は、2 つの画像がバラバラに重なり合っている場合に特に有効である。

Fig. 6 のグラフは、画像のラプラシアンピラミッド間の相互相関行列である。ハイブリッドイメージの相互相関行列 (Fig. 6.d) は 2 つのグループに分かれていることがわかる。

Fig. 7 は Fig 5.b のラプラシアンピラミッドである。怒った男性と落ち着いた女性が対極にあるが、各層がハイブリッドイメージになっている。

2.3 周波数域の容量 (さらにハイブリッドなイメージ)

Majaj ら [2002] による文字のマスクングの研究では、異なる周波数域を用いて 4 つの文字を合成した画像が刺激として用いられた。被験者と刺激に距離を置いて実験したところ、認識される文字の切り替わりが確認されたが、群化がうまくいかずに歪んで見えたり、同時に複数の文字が知覚されたりした。これより、複数の画像の合成には未だ問題がある。

3 Applications

テキスト覗き見防止: 低周波ノイズを入れることによって遠くから文字を認識できなくする (Fig. 8)。近くから低周波成分を見えなくすることが目標である。

複合テクスチャ: Fig. 9 左 単なる合成ではないため、離れると効果が消える。

顔の変化: Fig. 1 参照。顔の場合、低周波画像をアフィン変換するなどして輪郭を合わせることが重要。

ビフォーアフター: Fig. 9 右 建築前と建築後の邸宅

4 Conclusion

距離によって2つの見方ができるハイブリッドイメージの技術について述べた。シンプルな技術ながら興味深い、知覚的群化の法則に関する問題点が存在する。



図 3: ハイブリッドイメージの習作