

NNP にもとづく視覚画像処理特性

日大生産工(院) ○平澤 遼 日大生産工(非常勤) 篠原 正明

日大生産工 西澤 一友

1. はじめに

離散判断・不完全情報版 DAP にもとづく NNP(Neural Net Process) を提案し、この NNP にもとづき視覚、聴覚など人間の五感の認知プロセス・感受特性を考察する。特に、視覚画像処理について、 30×30 pixel 離散化画像を用いて不完全情報 DAP にもとづく NNP 特性を計算し、錯視の一つであるマッハ効果を確認することができた。

2. 神経ネットプロセス NNP

一対比較データを入力として項目ウェイトベクトルを固有ベクトルとして出力する AHP に代表される相対比率尺度アプローチを、神経ネットの認知過程に適用したのが NNP(Neural Net Process) である。視覚を例にとるならば、眼への入力画面の極小画素間の相対比較データであり、出力は我々が眼で見ていると思い頭に描写する固有ベクトルとしての画面である。人工知能が虚 artificial の知能工学であるならば、実 real、自然 natural の知能工学、natural science 自然科学と位置づけられる([1])。Saaty 博士は[1]において AHP における離散判断を NNP においては連続判断へと一般化し、離散判断での $Ax = \lambda x$ (1) の連続判断版である $\int K(u,v)x(v)dv = \lambda x(u)$ (2) の一般解を考察した。

NNP においては視覚、聴覚などを例にとるまでもなく、一対比較データは本質的に物理(地理)的に隣接した領域間に限定され、対応する DAP モデルは不完全情報 DAP に帰着する。人間の感覚器官は連続的なので NNP は本来は「連続判断・不完全情報版 DAP」を用いるべきであるが、計算容易さを考慮して、近似モデルとして「離散判断・不完全情報版 DAP」を用いる。なお、「完全情報版モデル」は、人間と外界のインターフェースをとりもつ神経系を対象とするよりは、頭脳の中の観念論としてとらえるべきと考える。頭の中の中の観念論ならば、任意の i 点と j 点間の一対比較データも採取可能で、逆比性を仮定でき、さらに、3 点間に整合性を仮定することも可能である。

3. マッハバンド (マッハ効果)

マッハバンド(Mach bands)とは錯視の一つであり、輝度が均一な領域が、その輝度から輝度が一定割合で変化する輝度勾配領域と接している時に、それらの境界部分に発生する錯視的な線のことである。輝度勾配領域が暗い均一領域と接しているところでは暗い線が知覚され、明るい均一領域と接しているところでは明るい線が知覚されるが、それは実際には画像中に存在しない。この錯視はエルンスト・マッハにちなんで命名された。

下の図 1 を見ると、灰色から黒色に変化するグラデーション部に明るい線と暗い線が見えるが、図 2 で示されているように、実際にはそのような線は存在していない。

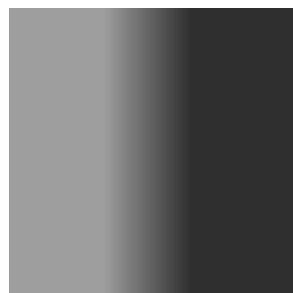


図 1. マッハバンド

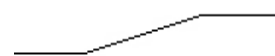


図 2. 明度グラフ 1

マッハ効果の原因は感覚神経網の非線形ひずみで説明されることが多い。非線形ひずみ回路の一つに、神経網の側抑制構造がある。刺激入力の変化があった場合、この情報と同調する神経が興奮し、その情報を伝えるとともに周辺の神経細胞の活動を抑制する。この構造によって、客観的現象とは独立して、変化の情報が強調されるのでマッハ効果が生じると考えられている。

マッハバンド、あるいはマッハ現象が表れてしまうと、画像が見づらくなってしまうことがあるため、ユーザビリティの面から、マッハバンドを除去する必要があると考えられている。web サイトに用いるグラフィックス制作でも、発生する場合があります。特に機械的な操作の過程で、数値的連続性からの想像に反して発生するケースがある。データのエラーではなく、錯視なので、工夫して除去する必要がある。

4. NNPに基づくマッソバンド検出

図3は、輝度が均一な領域から、輝度が一定割合で変化する輝度勾配領域を隔て、また輝度が均一な領域になっており（図4）、それらの境界部分にマッソバンドが発生している画像である。大きさは30×30pixelで、各pixelに明度に対応した数値（図5）を与え、それぞれの上下左右に隣接するpixelとの明度差を一对比較し、相対比較データを収取し、動的平均化プロセスDAP(離散判断・不完全情報版DAP)を用いて時間経過と共に知覚されるであろう画像をNNP特性として計算した。



図3. 30×30pixel 画像(原画マッソ)

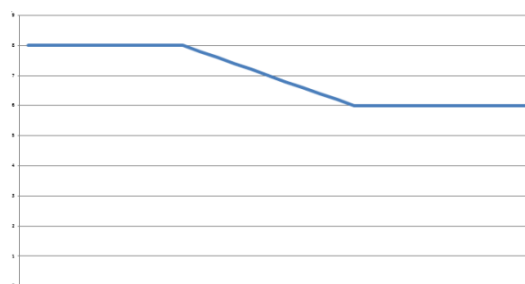


図4. 暗度グラフ(15行目)



図5. 数値と明度の対応図

以下に、30×30pixel 画像の15行目の暗度をDAP反復回数 $t=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,20,30,40,50,100,200,300$ について表示する。



図6. $t=1$



図7. $t=2$

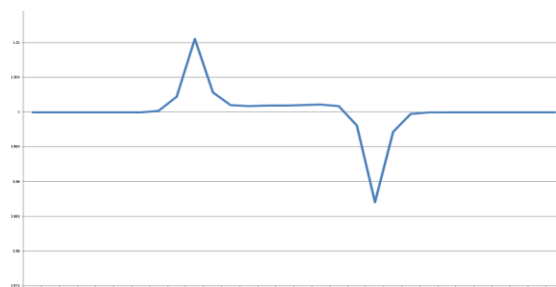


図8. $t=3$

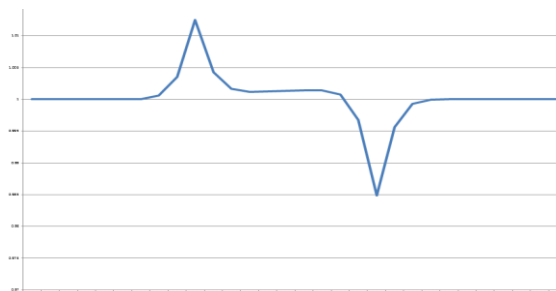


図9. $t=4$

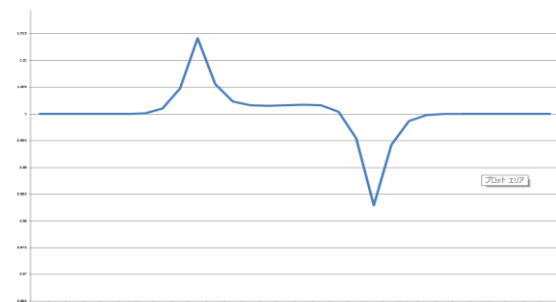


図10. $t=5$

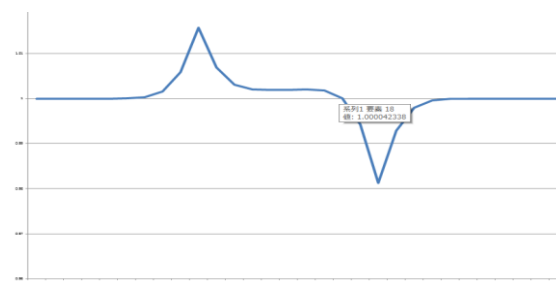


図11. $t=6$

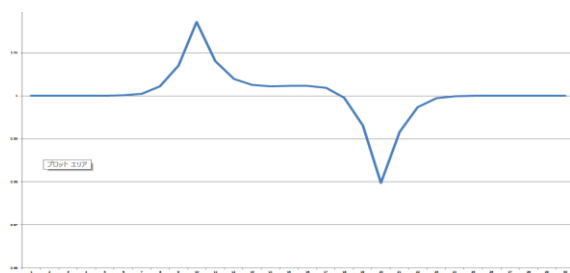


图12. $t=7$

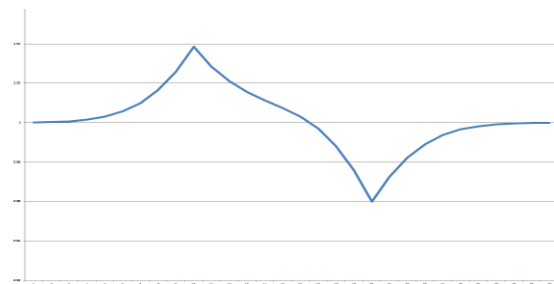


图17. $t=30$

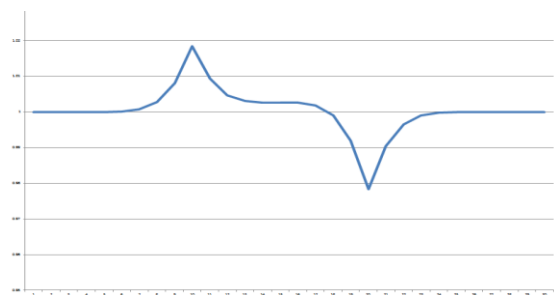


图13. $t=8$

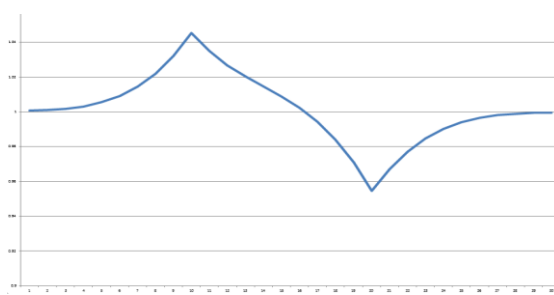


图18. $t=40$

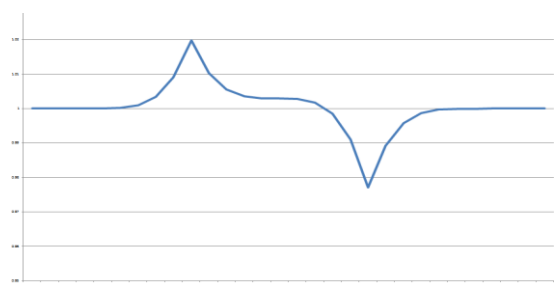


图14. $t=9$

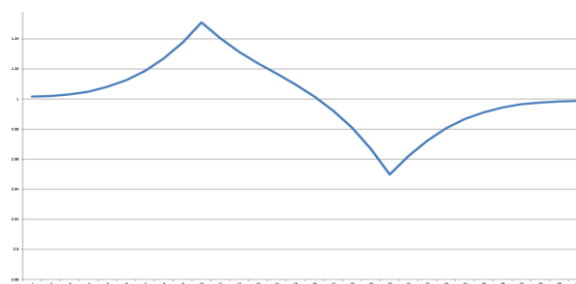


图19. $t=50$

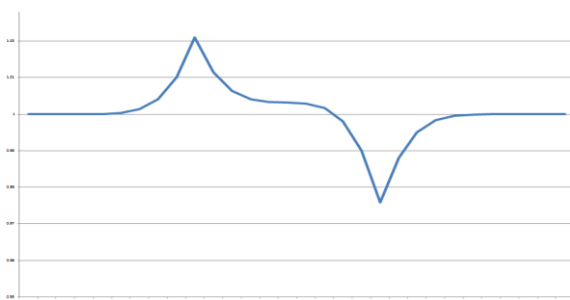


图15. $t=10$

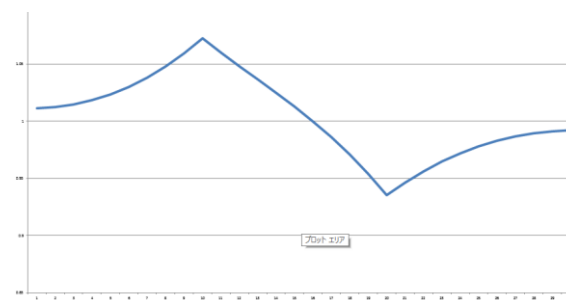


图20. $t=100$

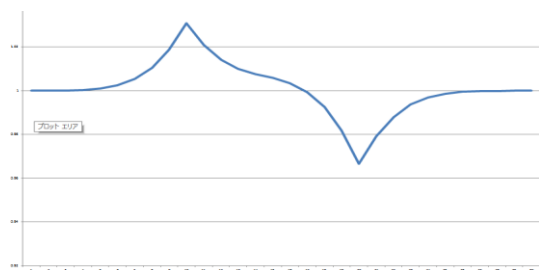


图16. $t=20$



图21. $t=200$

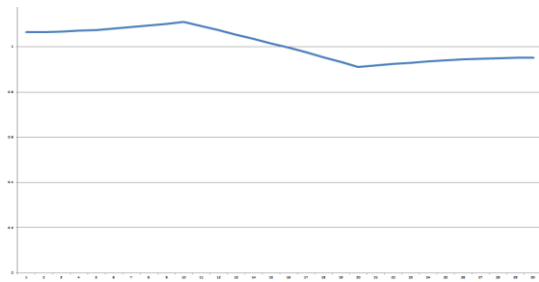


図22. $t=300$

初期段階の DAP 反復回数 $t=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10$ では、はっきりとマッハバンドが確認できるが、 $t=200$ でもまだ十分にマッハバンドが確認できる。 $t=300$ までいくと収束に近づきバンドの存在が薄れてきている。しかし、我々が、マッハバンドが発生している画像を見続けてもそのマッハバンドが消えることはない。すなわち我々が目で見えた視覚情報は、今回の実験でいう図6ー図21のような収束途中の情報ではないかと考えられる。それを踏まえ、上記と同様の実験を 30×30 pixel 内にリンゴの絵が描かれた画像（図23）を用いて行った。すると過渡特性 $t=1,10,100,200$ の画像（図24ー図27）は原画よりも薄く霞んでいる。

5. まとめ・考察

- ・2種類の 30×30 pixel 離散化白黒画像「マッハ」と「リンゴ」を用いて不完全情報 DAP にもとづく NNP 特性を計算し、「マッハ」については、錯視の一つであるマッハ効果を確認できた。「リンゴ」については、初期ならびに過渡期の画像がぼけて霞んで見えることがわかる。「マッハ」のマッハバンド錯視と「リンゴ」のボケ画像が我々が目で見える視覚情報に対応している。

- ・アフリカの原住民のある部族(マサイ族)は、3.0~8.0 程度の驚異的な視力を持つことが知られてるが(まさに千里眼)、DAPの収束スピードが速いことと視力が良いことを関連づけるならば(DAP スピード=視力仮説)、驚異的な視力を持つマサイ族は錯視であるマッハ効果を感じない、あるいは、感知しにくい、と予想できる。

- ・どのような原画を制作すれば、マッハバンド錯視が除去できるか等についての逆固有ベクトル問題の最適化解法、等は、今後の課題である。

参考文献

[1] T. Saaty : The Neural Network Process, RWS Publications (2014)

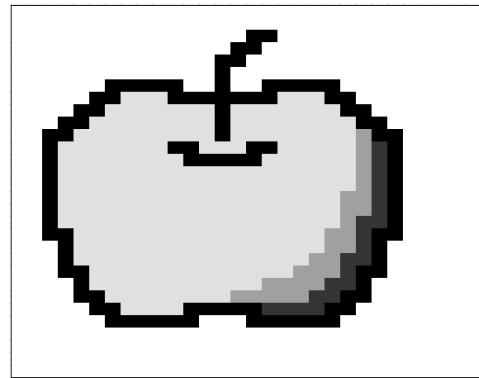


図23. リンゴ絵(原画リンゴ)

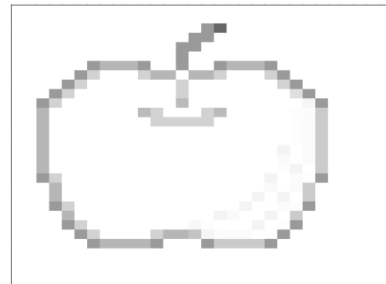


図24. $t=1$

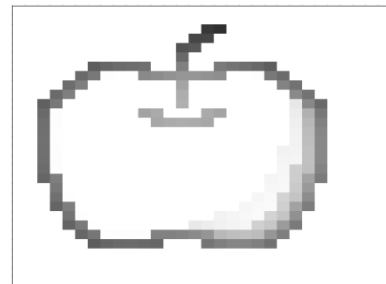


図25. $t=10$

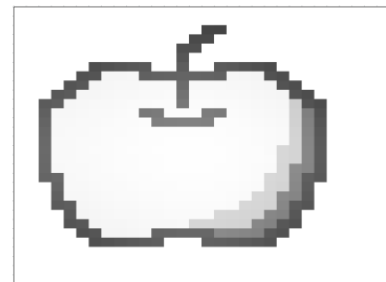


図26. $t=100$



図27. $t=200$