

2R-6

ニューラルネットワークによる演繹

—顔画像変形への適用—

相澤雅彦

橋本周司

大照 完

早稲田大学理工学部

1. はじめに

ニューラルネットワーク(以下、N. N.)に演繹機能を付加し、顔画像の表情付けに適用した。N. N. は表情の学習時に、例題の集合から、パターンの属性(笑い、怒り、ウィンク等)に関する知識を獲得すると考えられる。この学習したN. N. に付加した演繹機能を用いて、与えた初期パターン(例えば、怒った顔)を徐々に変形させ、学習したパターン(例えば、笑った顔)と同一の属性を持ったパターンを生成させることができる¹⁾²⁾。つまり、N. N. の演繹推論の過程が顔画像の表情変形の過程に相当することになる。ここではその変形法を導出し実験結果を報告するとともに、同一のアルゴリズムで積集合パターン(例えば、笑いかつウィンクした顔)の推論もできることも示す。

2. ネットワークの構成と学習

対象とするネットワークは、通常のN層構造で、k層の第jユニットへの入力の総和を I_{jk} 、出力 O_{jk} 、しきい値 H_{jk} をとし、k-1層の第iユニット($i_{(k-1)}$)からk層のjユニット(j_k)の結合の重みを $W_{i(k-1)jk}$ とする。また、各ユニットの入出力関係を与える関数を f とし、その動作は式(2-1)(2-2)に従うものとする。ここで、 I_{j1} 、 O_{jN} はそれぞれ入力及び出力パターンベクトルの要素である。

$$O_{jk} = f(I_{jk}) \quad \dots (2-1)$$

$$I_{jk} = \sum_{i(k-1)} W_{i(k-1)jk} O_{i(k-1)} - H_{jk} \quad \dots (2-2)$$

このN. N. にZ種類のパターンを学習させるため、特定の属性を持つ集合 $A_z (z=1, 2, \dots, z)$ のパターンが入力されたときのみ出力 O_{jN} がカテゴリZに対する希望出力2値ベクトル $D^z j_N$ に近くなるように学習する。

3. 演繹機能の付加

任意に与えた初期パターンを徐々に変形させ、学習した集合と同一の属性を持つパターンにするには、出力と希望出力の差の二乗和、

$$E = \sum_{jN} \frac{1}{2} (O_{jN} - D^z j_N)^2 \quad \dots (3-1)$$

を小にするように入力パターンを変形すればよい。その変形の修正量 ΔI_{j1} は次式で与えられる。

$$\Delta I_{j1} = -\alpha \frac{\partial E}{\partial I_{j1}} + R j_1 \quad \dots (3-2)$$

但し、 α は正の修正係数である。またRはランダム入力ベクトルで、修正がローカルミニマムに陥るのを防ぐと同時にカテゴリZの属性を持ったパターンを次々に生成するためのエネルギー源となる。

ところで第一項は、

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial I_{jk}} &= \sum_{m(k+1)} \frac{\partial E}{\partial I_{m(k+1)}} \frac{\partial I_{m(k+1)}}{\partial O_{jk}} \frac{\partial O_{jk}}{\partial I_{jk}} \\ &= \sum_{m(k+1)} \frac{\partial E}{\partial I_{m(k+1)}} W_{jkm(k+1)} f'(I_{jk}) \quad \dots (3-3) \end{aligned}$$

であることを考慮して、

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial I_{j1}} &= \sum_2 \dots \sum_N \left\{ \prod_{k=2}^N W_{j(k-1)jk} f'(I_{j(k-1)}) \right. \\ &\quad \left. \cdot f'(I_{jN}) (O_{jN} - D^z j_N) \right\} \quad \dots (3-4) \end{aligned}$$

となる。今回は第一層のユニットが $f(x)=x$ 、その他のユニットが $f(x)=1/(1+\exp(-x))$ を使用したので、

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial I_{j1}} &= \sum_2 \dots \sum_N \left\{ \prod_{k=2}^N W_{j(k-1)jk} \right. \\ &\quad \left. \cdot O_{jk} (1 - O_{jk}) (O_{jN} - D^z j_N) \right\} \quad \dots (3-5) \end{aligned}$$

となる。

4. S. F. M. ³⁾による表情付けへの適用

スプリングフレームモデル(S.F.M.)は、図4-1の様にいくつかの特徴点が、表情筋をモデル化したスプリングで接続されている。このスプリングに力が作用したときの特徴点の変位をバネ系の力学的平衡状態の計算により求めて顔画像を変形し表情付けを行う。

最初に、笑い、怒り、ウィンク等の表情筋の伸縮(スプリングの伸縮係数)をN. N. に学習させる。つまりN. N. は表情筋を制御する中枢系に相当する。具体的には、3層のN. N. を用い、入力層の75個のユニットに伸縮係数を入力し、30個の中間層を通り、出力層は5個のユニット(笑い、怒り、悲しみ、ウィンク、開口)に出力する。このN. N. に各表情の伸縮係数のサンプルを与え、バックプロパゲーション学習法により学習を行った。

付加した演繹機能を用いて悲しみから怒りの過程の表情筋(伸縮係数)を求めてS.F.M.で顔画像を変形したのが図4-2である。このとき式(3-1)のEの変化をグラフにしたのが図4-3である。

また、図4-4はウィンクかつ開口を推論した例である。

5. おわりに

N. N. に演繹機能を付加することによって、学習した属性を持つパターンの生成が可能であることを示した。又、本方法によって未学習の積集合属性のパターンの生成も可能ながわかったが、これによる知識推論処理については今後の課題である。

参考文献

- 1)橋本周司、信学春全国大会、D-217、(1990)
- 2)石井、橋本、信学春全国大会、D-14、(1991)
- 3)橋本、信学70周年全国大会、1188、(昭和62年)

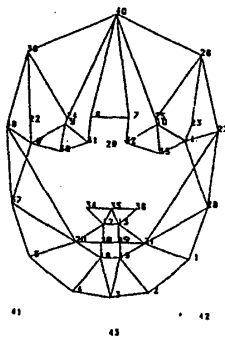


図4-1 S. F. M.

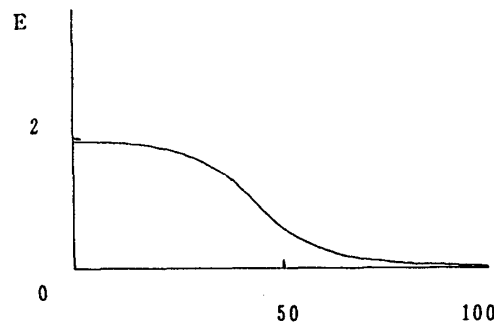


図4-3 Eと変形回数の関係



図4-4 ウィンクかつ開口した顔



図4-2 悲しみから怒り