

活性化しない。一方、LTM 層のニューロン出力は Layer IV/V を活性化させる。これにより、入力情報に対応するスパースコードが CA1 and CA3 で誘起し、スパースコードの強化が起きる。そのスパースコードは CA1 and CA3 から Layer IV/V に再度フィードバックされ、CA1 and CA3 - Layer IV/V 間で競合学習が行われる。そして、Layer IV/V の出力は EN1 と LTM にフィードバックされる。しかし、EN1 は EN0 から抑制を受けているため活性化されず、EC - HF の反響閉回路は動作しない。一方、LTM 層から PIT 層にフィードバックされた出力によって、V4・TEO 層と PIT 層間のヘブ学習、V2・V3 層と V4・TEO 層間の競合学習が行われ、記憶の長期増強が起きる。

3. V1 層による LoG フィルタ処理

AEH モデルは V1 層で入力顔画像のコントラスト強調を行う。従来研究ではコントラスト強調としてラプラシアンフィルタを用いていた。しかし、ラプラシアンフィルタではエッジのみを検出するので、顔画像の微小な変化に脆弱であった。そこで、顔画像の微小な変化を吸収するばかりでなく、網膜にある神経節細胞の受容野特性にも近似できる LoG フィルタによってコントラスト強調を行った。

人間の視覚系の初期段階である網膜には、刺激の光強度分布を検出する X 細胞、及び、強度の時間的変化を検出する Y 細胞がある。特に X 細胞に関しては、その受容野の感度分布が式 (1) で表される二次元 LoG 関数に近似されている[2]。

$$\nabla^2 G(r) = -\frac{1}{\pi\sigma^4} \left(1 - \frac{r^2}{2\sigma^2} \right) \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

但し σ^2 はガウス関数の分散を示す。

一方、自然なエッジ検出を目的とした人間の視覚特性に基づく LoG フィルタスケールの選択法が提案されている[3]。人間の知覚は異なる大きさの受容野を持つ複数の空間周波数チャンネルを有し、大きな受容野で外界の大まかな構造を知覚し、小さな受容野で細部を知覚していることが示唆されている[3]。Wilson は心理実験結果から、人間の視覚系には 6 個の空間周波数チャンネルがあることを示している。各チャンネルにおける周波数のピークは、0.8, 1.7, 2.8, 4.0, 8.0, 16.0c/d (cycle/degree) である。これらの周波数ピークに基づき LoG フィルタのフィルタスケールが算出されている。

また、Boutet らは帯域通過フィルタを通した低、中、高周波数画像による人物弁別課題により、顔の部分特徴の異なった人物弁別成績が 5~20c/ow (cycle/object width) の中周波数画像で最も良い結果を得ている[4]。本稿では 8~20c/ow に相当する 16.0c/d を周波数ピークとした LoG フィルタを用いた。

4. 人物顔による認識実験

LoG フィルタを用いた AEH モデルによる人物顔認識実験を行った。人物顔認識実験にはソフトピアジャパン DB の正面顔を用いた (図 2)。AEH モデルは逐次的に人物を学習 (登録) する特徴があるので、AA'BB'CC'... と顔画像を提示する方法により顔認識実験を行った。A' は A とは同一人物であるが A とは時間間隔があり、A と比べて微小な変化がある顔画像である。認識実験では 100 人分である合計 200 枚の顔画像を使用した。図 2 の上段は ABC... の顔画

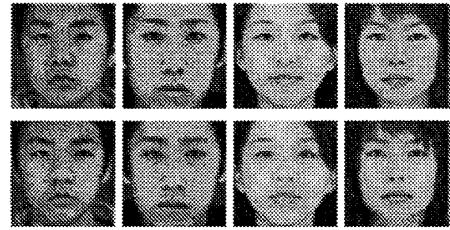


図 2 認識実験に使用した顔画像
(上段:ABC..., 下段:A'B'C'...)

像、下段は A'B'C'... の顔画像を表す。また、AEH モデルには想起を行う際にその人物の記憶を強化するという特徴をもっているため、呈示順序による認識率の偏りが起こる可能性がある。認識率の偏りを防ぐために、10 通りの呈示順序により認識実験を行い、平均認識率を求めた。

LoG フィルタを用いた AEH モデルによる顔認識実験の結果を表 1 に示す。従来方法はラプラシアンフィルタを用いた AEH モデルによる認識結果を示し、提案方法は LoG フィルタを用いた AEH モデルによる認識結果を示す。新奇顔受入率は新奇人物 (ABC) を学習する割合を示す。そして、認識率は新奇人物顔を学習し、二度目の入力顔画像で本人 (直前に入力された顔画像) を想起 (再認) する割合を示す。従来方法では新奇顔受入率が 48.7% であるのに対して、提案方法では 95.4% となり、LoG フィルタにより人物弁別性能が向上した。また、従来方法では顔認識率が 34.5% であるのに対して、提案方法では顔認識率が 81.4% となり、46.9% の顔認識率の向上を得ることができた。

表 1 顔認識実験結果

	従来方法	提案方法
新奇顔受入率	48.7%	95.4%
顔認識率	34.5%	81.4%

5. 終りに

本稿では、LoG フィルタを用いた AEH モデルによる顔認識システムを提案した。そして、顔認識実験により従来の AEH モデルに対して 46.9% の顔認識率の向上が確認できた。よって、LoG フィルタにより微小な変化による影響を抑えることができた。今後の課題として、眼鏡による本人認識率の低下への対応や、より精度の良い人間の知覚に基づいた顔認識システムの構築を考えている。

謝辞

実験に使用した顔画像データは、財団法人ソフトピアジャパンから使用許諾を受けたものであり、無断で複写、利用、配布等を行うことは禁じられています。

参考文献

- [1] 山崎 勇樹, 高野 博史, 中村 清実, “光環境変化に対する AEH モデルによる顔認識特性”, 信学技報, NC2007-188, p.p.451-456, (2008).
- [2] デビッド・マー著, 乾 敏郎, 安藤 広志 訳, “ビジョン—視覚の計算理論と脳内表現—”, 産業図書, p.p.58-70, (1987).
- [3] 福島 和恵, 鳥谷 明, 鑑沢 勇, “LoG フィルタのスケール選択法の提案”, テレビジョン学会技術報告, Vol.16, No.84, p.p.31-38, (1992).
- [4] I. Boutet, C. Collin, J. Faubert, “Configural face encoding and spatial frequency information”, Perception & Psychophysics, Vol.65, No.7, p.p.1078-1093, (2003).