

A-2-16

陽・陰荷重をもつ Fuzzy ARTMAP の性能評価

Estimation of Fuzzy ARTMAP with Explicit and Implicit Weights

神尾 武司*1 森 賢児*1 三堀 邦彦*2 藤坂 尚登*1 生岩 量久*1
 Takeshi Kamio Kenji Mori Kunihiko Mitsubori Hisato Fujisaka Kazuhisa Haeiwa

*1 広島市立大学
 Hiroshima City University

*2 拓殖大学
 Takushoku University

1. まえがき

Fuzzy ARTMAP(FAM)[1]は教師あり学習を実現する代表的なニューラルネットワークであり、記憶に関する安定性と可塑性のジレンマを克服するシステムとして注目を集めてきた。特に、パターン認識の分野では、FAM はオンライン学習および追加学習が可能なシステムとして広く知られている。本研究では、FAM の基本性能を向上させるために、陽・陰荷重をもつ FAM(FAM-EIW)を提案し、その性能を計算機実験によって評価する。

2. Fuzzy ARTMAP

Fig.1 に示される FAM は 2つの Fuzzy ART(ART_a, ART_b)とマップフィールド(MF)から構成される。Fuzzy ART は教師なし学習システムであり、警戒パラメータと呼ばれる分類尺度 ρ に基づいて記憶を更新・生成する。学習時の FAM では、ART_a と ART_b にサンプルデータ $\mathbf{a} \in \mathcal{R}^{2n_a}$ と教師コード $\mathbf{b} \in \mathcal{R}^{2n_b}$ がそれぞれ入力され、入力に最も近い記憶をもつノードが F₂ 層(F₂^a, F₂^b)で活性化される。各 ART は活性化した F₂ ノードに基づくカテゴリ情報($\mathbf{W}_j^{ab} \in \mathcal{R}^{2n_a \times 2n_b}$, $\mathbf{y}^b \in \mathcal{R}^{2n_b}$)を MF に供給し、MF は \mathbf{a} と \mathbf{b} の対応付けを評価する。 \mathbf{a} と \mathbf{b} が正しく対応する場合(i.e., 正写像)、 \mathbf{a} を荷重 $\mathbf{U}_j^a \in \mathcal{R}^{2n_a}$, $\mathbf{D}_j^b \in \mathcal{R}^{2n_b}$ によって、 \mathbf{b} を荷重 $\mathbf{U}_k^b \in \mathcal{R}^{2n_b}$, $\mathbf{D}_k^a \in \mathcal{R}^{2n_a}$ によって、 \mathbf{a} と \mathbf{b} の対応関係を荷重 \mathbf{W}_j^{ab} によって学習する。逆に、 \mathbf{a} と \mathbf{b} が正しく対応しない場合(i.e., 誤写像)、活性化している F₂^a ノードを ρ_a の上昇によって強制的にリセットする。この処理はマッチトラッキング(MT)と呼ばれる。MT は正写像となるまで実行されるため、既存の記憶で対処できない場合、F₂^a 層には新規ノードが追加される。

3. 陽・陰荷重をもつ Fuzzy ARTMAP

FAM には様々な学習法が提案されているが、単純さと性能の観点から、我々は AL-SLMAP[2]に注目している。AL-SLMAP の場合、各 F₂^a ノードは正対応時に与えられたサンプルデータ集合の平均に基づいて記憶(i.e., $\mathbf{U}_j^a, \mathbf{D}_j^b$)を更新する。さらに、 \mathbf{W}_j^{ab} は低速学習されるため、各 F₂^a ノードの記憶は特定の \mathbf{b} のみに対応する \mathbf{a} が支配的となる。その結果、 \mathbf{a} に含まれるノイズの影響を受け難い学習が可能となる。しかし、ノイズが増加するにつれて、その効果は著しく低下する。

この問題を解決するために、我々は陽・陰荷重をもつ FAM(FAM-EIW)を提案する。Fig.2 に示されるように、各 F₂^a ノード j の記憶($\mathbf{U}_j^a, \mathbf{D}_j^b$)は小荷重(u_{jk}^a, d_{jk}^b)によって決定される。初期状態における小荷重は記憶の決定に関与する陽荷重であるが、 \mathbf{W}_j^{ab} の学習によって F₂^a ノード j が F₂^b ノード k との対応関係を消失した場合、記憶の決定に関与し

ない陰荷重となる。また、FAM-EIW では \mathbf{a} に対する F₂^a ノードの選択基準 T_j^a の定義を修正する。さらに、FAM-EIW の学習法では、ノイズの影響が強い場合に発生するカテゴリ急増問題を“陰荷重を利用した MT”によって回避する。

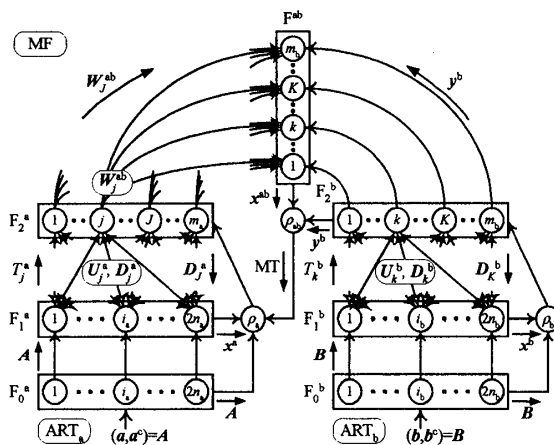


Fig.1: Fuzzy ARTMAP (FAM).

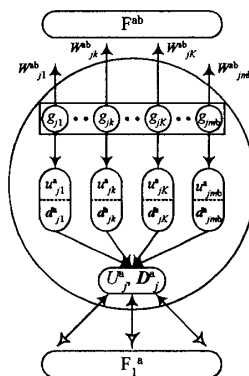


Fig.2: F₂^a node j of FAM-EIW.

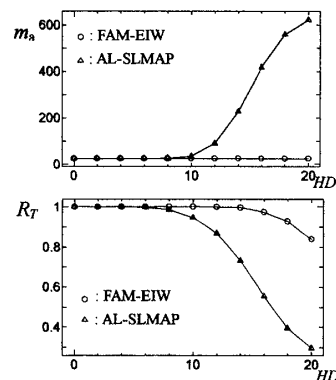


Fig.3: Simulation results.

4. 計算機実験

26 個の 2 値画像からハミング距離 HD に基づいてノイズパターンを生成し、FAM に学習させた。Fig.3 から、FAM-EIW は AL-SLMAP よりも有効 F₂^a ノード数 m_a とテスト時の認識率 R_T に関してノイズ耐性に優れていることが確認された。今後の課題は学習時の計算コストの低減にある。

参考文献

[1] G.A.Carpenter et al., *IEEE Trans. Neural Networks*, vol.3, no.5, pp.698-713, 1992.
 [2] J.S.Lee et al., *IEICE Trans. Fundamentals*, vol.E81-A, no.3, pp.514-516, 1998.