

## 改良型逐次学習可能なカオス連想メモリ

池谷孝裕 萩原彰 佐塚健人 長名優子

東京工科大学 コンピュータサイエンス学部

### 1 はじめに

近年，生物の脳や神経系に見られるような柔軟な情報処理を行う手法として，ニューラルネットワークの研究が盛んに行われており，多くのモデルが提案されている．しかしながら，これらのモデルの多くでは学習過程と実行過程が分離しているため，学習すべき情報があらかじめすべて与えられていなければ学習を行うことができない．それに対し，実際にはあらかじめ記憶すべき情報がすべては得られない場合も数多く存在する．そのような場合には学習過程と実行過程を区別しない逐次学習可能なモデルが必要となる．

本研究では，複数勝者競合による分散表現パターンを用いた逐次学習可能なカオス連想メモリ [1] における複数勝者競合過程による分散表現パターンの生成とあきらめ機能を有する逐次学習可能なカオス連想メモリ [2] におけるあきらめ機能を取り入れた改良型逐次学習可能なカオス連想メモリ (Improved Chaotic Associative Memory for Successive Learning: ICAMSL) を提案する．提案モデルでは，文献 [1] や [2] のモデルよりもさらに記憶容量の改善が期待できる．

### 2 改良型逐次学習可能なカオス連想メモリ

提案する改良型逐次学習可能なカオス連想メモリは，複数勝者競合による分散表現パターンを用いた逐次学習可能なカオス連想メモリ [1] とあきらめ機能を有する逐次学習可能なカオス連想メモリ [2] に基づいている．このモデルでは，入力されたパターンが以前学習したものであるかを判定し，既に学習されていればそのパターンを出力する．入力されたパターンが学習されていないと判定された場合には，入力パターンに対応する分散表現パターンを複数勝者競合によって生成した後，入力パターンに対応する内部パターンをカオスによって変化させることで別のパターン候補を提示する．何回か提示しても適切なパターンが出力されな

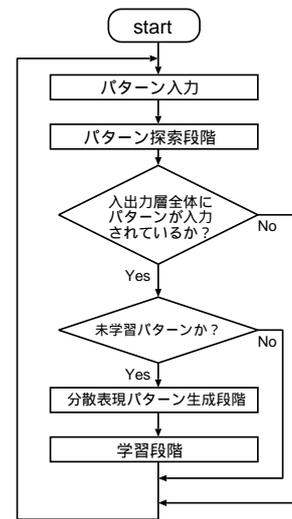


図 1: ICAMSL の流れ

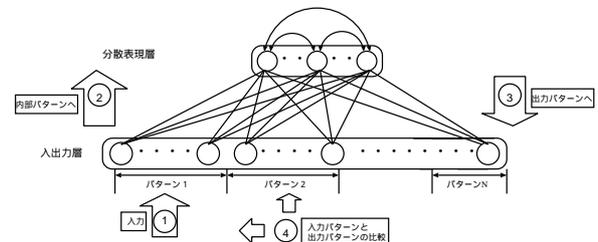
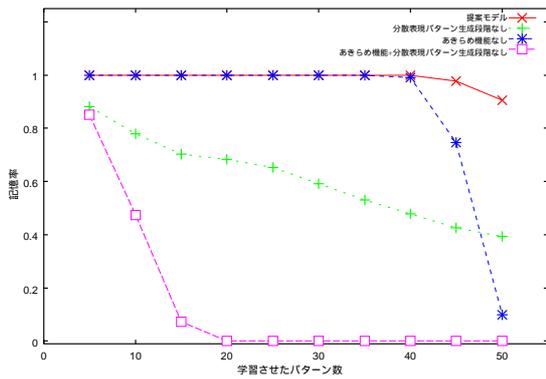


図 2: ICAMSL の構造

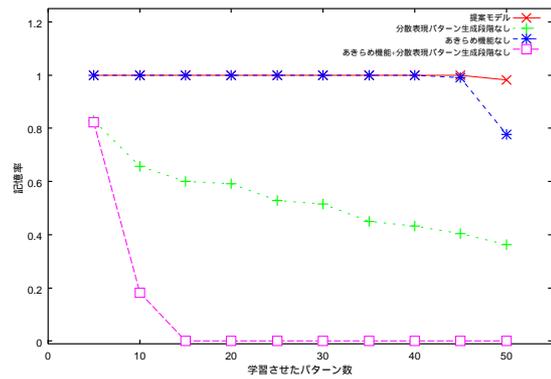
い場合には，学習段階に移行し，入力パターンを新たなパターンとして学習する．提案する改良型逐次学習可能なカオス連想メモリの動作の流れを図 1 に示す．

提案モデルには図 2 に示すように入出力層と分散表現層とがあり，入出力層は複数のパターンを表す部分から構成されている．提案モデルでは，入出力層の一部，つまり特定のパターンに対応する部分のみに入力が与えられる場合と，入出力層全体に入力が与えられる場合とが考えられるが，いずれの場合にも出力は入出力層全体に出力される．入出力層はすべて通常のニューロンからなり，分散表現層はすべてカオスニューロンからなる．入出力層と分散表現層の間と分散表現層内にはそれぞれ全結合の重みがある．

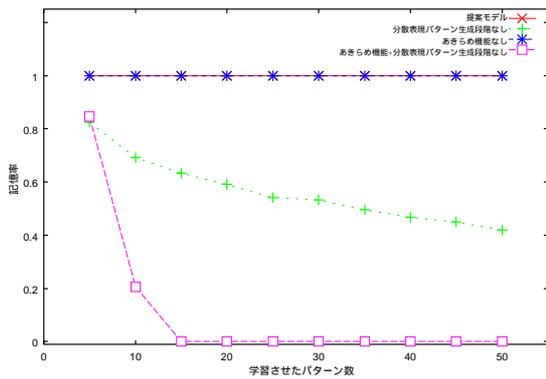
Improved Chaotic Associative Memory for Successive Learning  
Takahiro Ikeya, Akira Hagiwara, Takehito Sazuka and Yuko Osana (Tokyo University of Technology, osana@cc.teu.ac.jp)



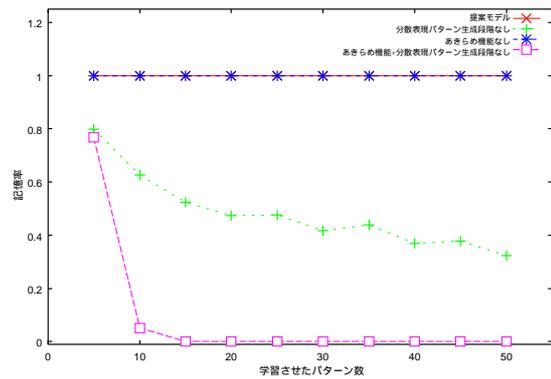
(a) 入出力層：800 マップ層：225



(a) 入出力層：1200 マップ層：225



(b) 入出力層：800 マップ層：400



(b) 入出力層：1200 マップ層：400

図 3: 記憶容量 (1)

図 4: 記憶容量 (2)

### 3 計算機実験

提案システムの記憶容量を調べる実験を行った。図 3, 4 に提示するパターン数を変化させたときの提案モデルの記憶容量を示す。なお、図 3 は入出力層のニューロン数が 800 のモデルにおける結果、図 4 は入出力層のニューロン数が 1200 のモデルの結果である。ここで、入出力層はパターン 1, 2(図 3), パターン 1 ~ 3(図 4) に対応するものとし、それぞれのパターンのサイズは同じであるとした。それぞれのモデルにおいて、記憶させたパターンはすべてランダムなパターンであり、入出力層にそれぞれのパターンを入力として与え、必要であれば学習を行った。図 3, 4 はそれぞれ 1000 回の試行の平均である。また、参考のために、提案システムからあきらめ機能や分散表現パターン生成段階を除いたモデルの記憶容量も示してある。

これらの結果より、提案する改良型逐次学習可能なカオス連想メモリにおいて、あきらめ機能や分散表現パターン生成段階が記憶容量の改善に有効に働いていることが分かる。

### 4 おわりに

本研究では、複数勝者競合による分散表現パターンを用いた逐次学習可能なカオス連想メモリ [1] におけ

る複数勝者競合過程による分散表現パターンの生成とあきらめ機能を有する逐次学習可能なカオス連想メモリ [2] におけるあきらめ機能を取り入れた改良型逐次学習可能なカオス連想メモリを提案した。計算機実験を行い、提案モデルにおいて逐次学習が行えること、文献 [1], [2] などの従来のモデルに比べて記憶容量が大きいことを確認した。

### 参考文献

- [1] M. Ando, Y. Okuno and Y. Osana : “Hetero chaotic associative memory for successive learning with multi-winners competition,” Proceedings of IEEE International Joint Conference on Neural Networks, Vancouver, 2006.
- [2] T. Arai and Y. Osana : “Hetero chaotic associative memory for successive learning with give up function — One-to-many associations —,” Proceedings of IASTED Artificial Intelligence and Applications, Innsbruck, 2006.
- [3] K. Aihara, T. Takabe and M. Toyoda: “Chaotic neural networks,” Physics Letter A, 144, No.6,7, pp.333–340, 1990.
- [4] 黄炯韜, 萩原将文: “複数勝者自己組織化ニューラルネットワーク,” 電子情報通信学会論文誌, D-II, Vol.J81-D-II, No.3, pp.547–556, 1998.