

研究成果の概要

はじめに ロボットが自律的に、初めて遭遇する環境に柔軟に適応し進化し続けるためには、新しい環境を学習するメカニズム（可塑性）と、過去の経験を記憶しておくメカニズム（安定性）の両方が不可欠である。人工神経回路網（ニューラルネットワーク）は学習と記憶が可能で、自律ロボットなどの制御系としてよく用いられている。しかしながら、それらには可塑性と安定性のバランスを欠くものが多く、適応能力が高いと過去の記憶を失い、過去の経験を重視すると適応能力が落ちるというジレンマを抱えている。我々は、この可塑性と安定性のジレンマの解決を主題として、以下の3つの観点で研究を行った。

① スパイキング・ニューラルネットワークによる自律ロボット適応行動の生成

最近、実際の神経細胞と同じように活動電位（スパイク）を発生する神経細胞の数理モデルからなるスパイキング・ニューラルネットワークが、その時間領域での分離・識別能力が高いことなどから、ロボティクスや動画処理の分野で注目されている。我々は、その新しい適応学習アルゴリズムを開発しその有効性を実際の移動ロボットで検証し、さらに、種々のセンサを持つロボットのセンサ情報の融合にも拡張した[3, 6, 17]。[17]は国際会議で学生論文賞を獲得した。

② ニューラルネットワーク及びニューラルネットワーク集合の構造化学習とその応用

我々は、可塑性と安定性のジレンマの解決を図るため、過去の記憶をニューラルネットワークあるいはニューラルネットワーク集合の構造として逐次取り込んでいく、種々の構造化学習アルゴリズムを提案した[2, 5, 7, 11, 15, 16, 19, 20, 21]。また、それらの有効性をロボティクスのみならず、パターン認識などでも検証した[4, 9, 10, 12, 13, 14, 18, 22]。[19]は国際会議で最優秀論文賞を獲得した。

③ 複素ニューラルネットワークの学習アルゴリズムの開発

近年、入出力や内部の処理を複素数で行う複素ニューラルネットワークが提案され、レーダー画像など振幅と位相を持つ信号の処理に用いられている。我々は、入出力が実数値でも適当な変換を施すと複素ニューラルネットワークが利用でき、構造が劇的に単純化される事を示した[1, 8]。

おわりに 現在、スパイキング・ニューラルネットワークに構造化学習の手法を導入し、多種のセンサ情報を融合し多様なモーター信号を生成する方法について検討を行っている。また、複素ニューラルネットワークのロボティクスへの適用についても、その有効性を検証中である。

研究業績 (関連論文のみ記載)

論文 (査読付)

- [1] Amin, K., Murase, K. (2007) Single-layered complex-valued neural network for real-valued classification problems, *Neurocomputing*, submitted.
- [2] Akhand, Md., Murase, K. (2007) Training of neural network ensemble through ant colony-like indirect communication, *Neurocomputing*, submitted.
- [3] Alnajjar, F., Murase, K. (2007) A simple adaptive controller for autonomous mobile robot: An *Aplysia*-like spiking neural network with one hidden-layer neuron and spike timing-dependent plasticity, *Adaptive Behavior*, revision submitted.
- [4] Kabir, MM., Md. Shahjahan, Murase, K. (2007) A backward feature selection by creating compact neural network using coherence learning and pruning, *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACII)*, 11(6), in press.
- [5] M.A.H. Akhand, Murase K. (2007) A minimal neural network ensemble construction method: A constructive approach, *JACII*, 11(6), in press.

国際会議論文 (フルペーパー査読付)

- [6] Alnajjar, F., Zin, IBM, Murase, K. (2007) Sensor fusion in spiking neural network that generates autonomous behavior in real mobile robot, Proc. 14th Int. Conf. Neural Information Processing (*ICONIP2007*), Kitakyusyu, Japan, Nov. 13-16, 2007, submitted.
- [7] Akhand, MAH, Murase, K. (2007) Training of neural network ensemble via indirect communication, Proc. *ICONIP2007*, submitted.
- [8] Amin, F., Akhand, MAH, Murase, K. (2007) Single-layered complex-valued neural network for pattern recognition, Proc. *ICONIP2007*, submitted.
- [9] Kabir, MM., Md. Shajahan, Murase, K. (2007) Diversity-based feature selection from neural network with low computational cost, Proc. *ICONIP2007*, submitted.
- [10] Kabir, MM., Md. Shajahan, Murase, K. (2007) Feature subset selection using constructive neural nets with minimal computation by measuring contribution, Proc. *ICONIP2007*, submitted.
- [11] Md. Abdus Sattar, Md. Monirul Islam, Murase, K. (2007) A new constructive algorithm for designing and training artificial neural networks, Proc. *ICONIP2007*, submitted.
- [12] Chakraborty, P., Ahmed, F., Kabir, MM, Md. Shahjahan, Murase, K. (2007) An automatic speaker recognition system, Proc. *ICONIP2007*, submitted.
- [13] Rafiq, A., Md. Shahjahan, Murase, K. (2007) A new method for automatic signature recognition using artificial neural network, Proc. *ICONIP2007*, submitted.
- [14] Khan, FE, Md. Shajahan, Kabir, MM, Murase, K. (2007) Existence of chaotic response in supervised neural networks and its control via coherence learning, Proc. *ICONIP2007*, submitted.
- [15] Khann, FE., Md. Shajahan, Kabir, MM, Murase, K. (2007), Adaptive coherence learning with multi-hidden layer artificial neural networks, Proc. *ICONIP2007*, submitted.
- [16] Akhand, MHA, Murase, K. (2007) Neural network ensemble training by sequential interaction, Proc. 17th Int. Conf. Artificial Neural Networks (*ICANN2007*), Porto, Portugal, Sept. 9-13, 2007, in press.
- [17] Alnajjar, F., Murase, K. (2006) An autonomous mobile robot controlled by a spike neuron network with one hidden-layer neuron having spike timing-dependent plasticity, Pro. Joint 3rd Int. Conf. Soft Computing and Intelligent Systems and 7th Int. Symp. Advanced Intelligent Systems, (*SCIS&ISIS2006*) Tokyo, Japan, Sept. 20-24, 2006, 207-212, 2006, **Winner of Second Prize in Best Student Paper Award Competition.**
- [18] Kabir, MM., Murase, K. (2006) Rank-based feature selection of diabetes classification problem with positive correlation, Proc. *SCIS&ISIS2006*, 445-450
- [19] Shahid, MIB., Md. Monirul Islam, Akhand, MAH., Murase, K. (2006) A new algorithm to design multiple hidden layered artificial neural networks, Proc. *SCIS&ISIS2006*, 463-468, **Winner of First Prize in Best Paper Award Competition.**
- [20] Akhand MAH, Murase K. (2006) A constructive approach for adaptive neural network ensemble construction, Proc. *SCIS&ISIS2006*, 469-474, **Winner of Session Best Presentation Award.**
- [21] Alam, MS., Md. Monirul Islam, Akhand, MAH., Murase, K. (2006) A recurring multi-stage evolutionary system for balancing exploitation and exploration, Proc. *SCIS&ISIS2006*, 1111-1116, **Winner of Session Best Presentation Award.**
- [22] Hyder, MM, Md. Monirul Islam, Akhand, MAH., Murase, K. (2006) A novel two-stage approach for translation, rotation and scale invariant character recognition, Proc. *SCIS&ISIS2006*, 1352-1357, **Winner of Session Best Presentation Award.**