

超伝導ニューラルネットワークのためのシグモイド型 活性化関数を持つニューロンの設計

Design of neuron with sigmoidal activation functions for superconducting neural network

横国大院理工 ○(M1) 山口 大貴, 山梨 裕希, 吉川 信行

Dept. of Electrical and Computer Eng., Yokohama Natl. Univ.

○Daiki Yamaguchi, Yuki Yamanashi, Nobuyuki Yoshikawa

E-mail: yamaguchi-daiki-ph@ynu.jp

人工ニューラルネットワーク (ANN: Artificial Neural Network) は人間の脳を模倣した回路であり、パターン認識やフィルタリングなどに有効である。超伝導集積回路は高速動作かつ低消費電力での動作が可能であるため [1]、エネルギー効率の良い ANN が実現可能である。ANN では中間層にシグモイド関数や双曲線正接関数などの活性化関数を持ったニューロンを用いると効率の良い学習の実装が可能となる。超伝導回路である rf-SQUID を応用した回路は、回路への入力磁束に対する出力磁束の特性がシグモイド関数や双曲線正接関数に近似できることがわかっている [2]。本研究では、産業技術総合研究所 (AIST) の製造プロセスを用いて、図 1 のような双曲線正接関数の活性化関数を持つニューロンの設計を行った。設計したニューロンはバイアスを印加することで、ニューロンの閾値を変更することが出来る。ニューロンの閾値の変更によって、ANN の学習が可能となる。本研究で設計したニューロンと符号関数の活性化関数を持つ量子磁束パラメトロンによるニューロンを用いて図 2 のような最も単純な ANN を構成し、その回路に関する調査を行った。構成された ANN の出力は、各ニューロンのバイアスを変更することで制御することが可能である。

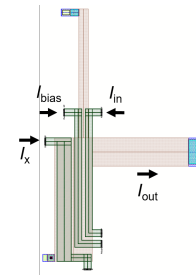


図 1: Layout design of the neuron with activation function of the hyperbolic tangent function.

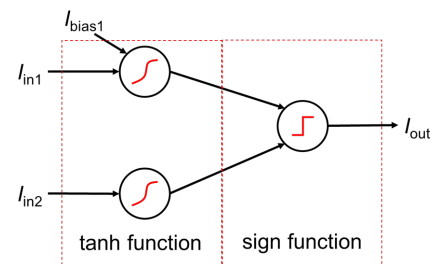


図 2: The block diagram of the simplest superconducting ANN using the neuron mentioned above. The outputs of the two neurons with the hyperbolic tangent activation functions are merged and input to the neuron with sign activation function.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP18K04280、JP19H05614 の助成を受けたものである。本研究に使用された回路は、産業技術総合研究所 (AIST) の超伝導クリーンルーム (CRAVITY) において、AIST-HSTP プロセスを用いて作製された。

参考文献

- [1] N. Takeuchi et al., *Supercond. Sci. Technol.*, vol. 26, art. no. 035010, 2013.
- [2] I. I. Soloviev et al., *J. Appl. Phys.*, vol. 124, art. no. 152113, 2018.