

磁性ドットアレイを用いたリザーバコンピューティング

Reservoir computing with nanomagnet array

野村 光¹、中谷亮一¹、Ferdinand Peper²,

田村英一¹、三輪真嗣¹、後藤 穰¹、鈴木義茂¹

Hikaru Nomura¹, Ryoichi Nakatani¹, Ferdinand Peper²,

Eiichi Tamura¹, Shinji Miwa¹, Minoru Goto¹, Yoshishige Suzuki¹

大阪大学¹、情報通信研究機構²

Osaka University¹,

National Institute of Information and Communications Technology²

近年、人工知能の一種であるリザーバーコンピュータが、比較的小規模な回路で時間に対して変化するデータの識別に利用できることが示され^[1]多くの注目を集めている。現在、多くの人工知能は、その演算をコンピュータに頼っている。しかし、素子の振る舞いを全てコンピュータによる計算で模倣した場合膨大な演算量が必要となる。そのため、その消費電力は無視できないものとなっている。低消費電力で動作する次世代演算素子として、現在、微小磁性体を用いた磁性論理演算素子(magnetic logic gate: MLG)^[2-4]が注目を集めている。磁性量子セルラ・オートマトン(magnetic quantum cellular automaton: MQCA)とも呼ばれるこの素子は、微小磁性体から構成されるセルラ・オートマトンの一種である。MLG は微小磁性体間に働く静磁気相互作用を用いて情報の演算を行う。また磁性体の磁化の向きで情報を保持するため、情報の保持に電力を要しない。これまでに、伝送線路^[3]、NAND/NOR ゲート^[5, 6]、シフトレジスタ^[7]など様々な素子が室温環境下で実証されている。この MLG 素子を応用すれば、低消費電力で動作するリザーバーコンピュータが実現できる可能性がある。そこで、本研究ではマクロスピンシミュレーションを用い磁性ドットアレイを用いたリザーバーコンピュータを提案する。

我々は 128 個の磁性ドットからなるリザーバーを用い、NARMA10 タスク^[1]を実行した。その結果、過去の情報を 8 個保持するシフトレジスタと同程度の性能を有することが明らかとなった。磁性論理演算素子によるシフトレジスタ^[7]等と組み合わせることで、磁性論理演算素子は、低消費電力で動作する優れたリザーバーコンピュータとなると期待できる。

本研究は、総務省の委託「次世代人工知能技術の研究開発 課題 II 人間の脳の演算処理メカニズムに倣った脳型演算処理技術の研究開発」を受けて実施したものです。

[1] L. Appeltant, M. C. Soriano, G. Van der Sande, J. Danckaert, S. Massar, J. Dambre, B. Schrauwen, C. R. Mirasso, and I. Fischer, *Nature Comm.*, **2**, 468, (2011).

[2] S. A. Haque, M. Yamamoto, R. Nakatani and Y. Endo, *J. Magn. Magn. Mater.*, **282**, 380, (2004).

[3] R. P. Cowburn and M. E. Welland, *Science*, **287**, 1466, (2000).

[4] A. Orlov, A. Imre, G. Csaba, L. Ji, W. Porod, and G. H. Bernstein, *J. Nanoelectron. Optoelectron.*, **3**, 1, (2008).

[5] A. Imre, G. Csaba, L. Ji, A. Orlov, G. H. Bernstein, and W. Porod, *Science*, **311**, 205, (2006).

[6] H. Nomura and R. Nakatani, *Appl. Phys. Express*, **4**, 013004, (2011).

[7] H. Nomura, N. Yoshioka, S. Miura, and R. Nakatani, *Appl. Phys. Express*, **10**, 123004, (2017).