

魚群に学ぶ単電子情報処理

Design of new single-electron information-processing circuit mimicking behavior of fish shoal

○山下秀人、大矢剛嗣（横国大理工）

○Hideto Yamashita, Takahide Oya (Yokohama National Univ.)

Email:yamashita-hideto-dr@ynu.jp

【研究背景・目的】

近年、技術革新に伴いナノテクノロジーも発展し、様々なナノデバイスが開発された。本研究では、ナノデバイスの1つである単電子回路に着目する。単電子回路は電子1個単位での制御で動作を行う。特徴として、高集積性、低消費電力、確率動作などが挙げられる。しかし、まだ最適な情報処理手法が確立されていない。一方、自然界には非常に高度な情報処理を行っていると思なせる物理現象が存在する。その中でも本研究では、魚が群れを成して遊泳する様子に着目する。

魚は水圧や水流の変化を感じ取ることで前後左右上下にいる仲間との距離を測っていることが知られている。そして、各個体が仲間との相互作用を感知して行動選択することで魚群としての行動が自律的に選択される^[1]。このような情報処理はマルチエージェントシステムにも応用される。本研究は、単電子回路を用いて魚群の挙動を表現することで、マルチエージェントシステムへ応用可能な情報処理システムの実現を目的とする。

【研究内容】

魚群が群れを成すアルゴリズムは以下の3つの規則からなる Boid アルゴリズムと呼ばれる。

- ① 衝突回避…衝突を避けて泳ぐ
- ② 整列…向きと速度を合わせて泳ぐ
- ③ 結合…群れの中心に向かって泳ぐ

魚が Boid アルゴリズムに沿った相互作用によって群れを成す挙動はマルチエージェントシステムに応用できると考えた。

単電子回路を用いてこの3つの規則のうちの「衝突回避」「整列」を表現する。まず、魚

が泳ぐ様子は単電子振動子の二次元配列を用いた時に得られる回路挙動と対応づける。単電子振動子は抵抗とトンネル接合を直列接続した回路である。これを複数用意、結合しバイアス電圧が正負交互になるように二次元配列させた時、電圧変化が伝搬する挙動を示す^[2]。適切な単電子振動子の抵抗とバイアス電圧の設定することで電圧変化の伝搬にランダム性を持たせることが可能である。「衝突回避」についてはバイアス電圧の極性の設定によって電圧変化の発現を制御することによって表現できると考えた。「整列」については単電子振動子の確率動作性を利用して表現できると考えた。今回は以下のような魚群の表現回路(Fig. 1)を設計し動作確認を行った。詳細は講演にて述べる。

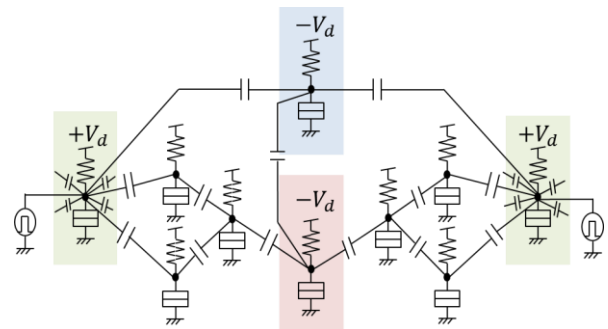


Fig. 1 Fish shoal inspired circuit.

【参考文献】

- [1] C. Reynolds, Comput. Graph., 21, pp. 21-31, (1987).
- [2] T. Oya, et al., Int. Journ of Unconventional Computing, 1, pp. 177-194, (2005).

【謝辞】

本研究の一部は JSPS 科研費・挑戦的萌芽研究(JP16K14242)及び基盤研究(A)(JP18H03766)の助成を受け実施された。