

カニの群行動に学ぶ単電子情報処理

Novel single-electron information-processing circuit based on robust soldier crab ball gates

横国大工, [○]今野和樹, 大矢剛嗣Yokohama National Univ., [○]Kazuki Konno, Takahide Oya

E-mail:konno-kazuki-hv@ynu.ac.jp

【背景・目的】近年、次世代の情報処理デバイスとして単電子デバイスが注目されている。単電子デバイスは微小素子によって構成され、量子効果を積極的に利用するため、さらなる低消費電力化や高集積化が望める。しかし、単電子デバイスに適した情報処理手法は模索が続いている。これについて近年、自然・生体に学ぶ手法が提案されている。本研究では特に軍隊ガニの群れが直進、衝突する様子に注目した。直進する軍隊ガニの群れ二つが衝突した場合それらは一体化し、それぞれの持っていたベクトルの和の方向へ進路を変える特徴があり、論理ゲート動作とみなすことができる^[1]。本研究はカニの動作を単電子回路上で再現することで、新たな単電子情報処理システムの構築を目的とするものである。

【シミュレーション手法と結果】単電子回路上でカニの動作を再現するために二次元セルオートマトンの一種であるライフゲームモデルを用い、ライフゲームにおけるグライダー及び宇宙船と呼ばれる移動物体をカニの直進に見立てる。Fig.1 にライフゲームのルールについて示す。ここでは●を論理“0”、空白を論理“1”と定義する。ライフゲームを構築するためには単電子トラップと呼ばれる単電子素子を用いる。単電子箱や単電子トラップは入力端子に印加される電圧の大きさによって、電子トンネルに必要なバイアス電圧の大きさが変化する^[2]。つまり与えるバイアス電圧の大きさによって電子トンネルを操作できるため、周囲 8 マスの状態を読み取った動作や、NAND、NOR、NOT 動作が可能である。今回、単電子トラップを用いて Fig.2 に示すように設計しこれを二次元平面上に並べることで、単電子回路上

でライフゲームを動作させるシミュレーションに成功した。ライフゲームのルールに則った移動物体の直進、衝突に加え、簡単な電気的操作をすることにより、カニの動作を再現する。詳細は講演にて発表する。

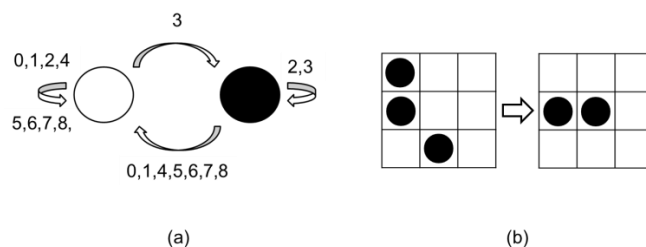


Fig.1 Rule of the Game of Life. (a) Cell state transition. (b) operation example.

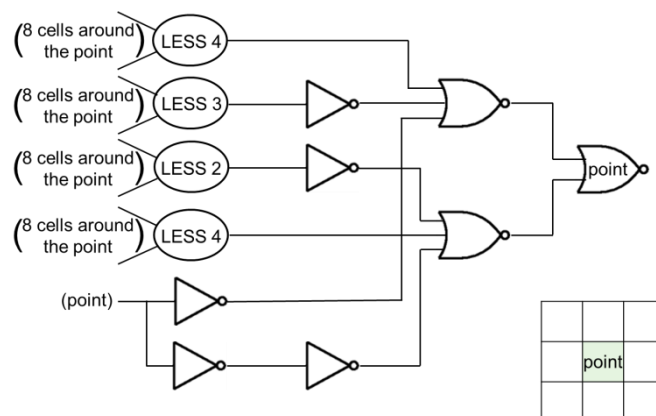


Fig.2 Logic diagram for our single-electron circuit implementing the Game of Life. LESS ‘X’ outputs 0(●) when the number of neighbor ● marks is less than ‘X’.

【参考文献】

- [1] Yukio-Pegio Gunji, et al, “Robust Soldier Crab Ball Gate,” *Complex Systems*, 20, 2002 pp. 93-104.
- [2] 大矢剛嗣 他, 単電子デバイスによる多数決論理回路, 電子情報通信学会技術研究報告. SDM, シリコン材料・デバイス, 101(622), 2002, pp.1-8.