

先端科学技術研究科 修士論文要旨

所属研究室 (主指導教員)	コンピューティング・アーキテクチャ (中島 康彦 (教授))		
学籍番号	1911145	提出日	令和 3年 1月 25日
学生氏名	滝下 雄太		
論文題目	Development and Evaluation of Neuromorphic Systems capable of Local Autonomous Learning 局所自立学習可能なニューロモルフィックシステムの開発と評価		
要旨			
<p>人工知能に関する研究が急速に発展しており、人工知能の技術を使用した製品やサービスが普及している。しかし、従来のコンピュータで人工知能を動作させるには高性能なハードウェアが必要とされており、マシンサイズが大きくなりやすく動作には膨大な電力が必要である。そこで、人工知能の動作に特化した、低消費電力化を可能とするコンピュータの開発が必要となっている。その取り組みの一つに脳の神経回路をハードウェアで模倣するニューロモルフィックシステムがある。ニューロモルフィックシステムには、様々なアプローチが存在するが、使用デバイスでは大きく分けて2つのアプローチが存在し、それはCMOSなどを使ったデジタル方式と、材料やその電気的な特性などの物理現象を利用したアナログ方式である。</p> <p>しかしながら、現在研究されているニューロモルフィックシステムのほとんどが、あらかじめ学習させておいたデータをシナプスに書き込むことで、推論のみを行うシステムである。しかし、今後のさらなる社会実装を考慮すると、デバイス自体が学習することによる柔軟性が必要とされる。そこで、デバイス自体が学習することによる柔軟性を実現することを目的として、本研究では、局所自立学習可能なニューロモルフィックシステムの開発と評価を行う。</p> <p>本論文ではアナログ素子とデジタル素子の両方を使用するモデルを検討した。使用するデバイスは、酸化物半導体メモristaをクロスバー構造に作成したものを想定し、メモristaを学習させるためのアルゴリズムを考案した(提案1)。これはアナログ素子を用いたものである。また、それに加えて誤差逆伝搬をハードウェアで実装するための電気回路を考案した(提案2)。これは電気回路の一部にデジタル素子を用いたものである。また、提案1と提案2ともに、これらの提案の本旨を損なうことなく精度向上を図るため、人間の第一次視覚野(V1)を模倣した層を実装することも検討した。</p> <p>提案1の評価には、MNSITとCIFAR-10データセットを用いた画像認識を行いその認識精度を検証した。まず、V1を模倣した層を実装し、得られた特徴量を提案1を用いた全結合層の入力として利用した。提案2では、まず考案した電気回路が想定どおりに動作するか検証するために電気回路シミュレーションを行った。次に、MNISTデータセットを用いた認識精度の評価を行った。それに加え、前処理層としてV1、オートエンコーダを用いたシステムをそれぞれ検証した。</p> <p>その結果、提案1ではMNISTで74%、CIFAR-10で23%の精度だった。提案2では考案した電気回路が想定どおりに動作していることが確認された。また、認識精度は最大で96.6%だった。これらの結果から、デバイス自体が学習することによる柔軟性を持つ、ニューロモルフィックシステムの実現の可能性が示されたといえる。</p>			