

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	2011130	提出日	令和 4年 1月 17日
学生氏名	澤田 篤志		
論文題目	メモキャパシタを用いたスパイクングニューラルネットワークの開発		
要旨	<p>本論文では、デバイスに可変容量素子メモキャパシタ、ネットワークにSNNを使用したニューロモルフィックシステムについて検討する。イベント駆動型のSNNを用いることにより低消費電力化が期待できる。また、メモスタに代わりメモキャパシタを使うことで、こちらも低消費電力性に優れることが期待できる。また、入力電圧を閾値電圧まで上昇させるためにチャージポンプ回路を使用した。SNNの動作検証のために、180nmCMOS技術でSNNの回路設計を行い、HSPICE回路シミュレーションを行った。また、MNISTを用いて精度や消費電力を検証した。HSPICE回路シミュレーションの結果、1つのシナプスあたりの消費電力は930pWであり、既存のメモスタを用いたニューロモルフィックシステムよりも低消費電力を達成できた。また、提案手法のシナプス演算時間あたりの消費エネルギーは186aJ/SOP、人間の脳のシナプス演算時間あたりの消費エネルギーは200aJ/SOPとなり、おおよそ同じ値となった。よって、本研究の提案するニューロモルフィックシステムと人間の脳が同じ量の仕事をするとき、必要なエネルギーが同じであるといえる。しかし、MNISTの推論精度は42%という低い結果となった。そこで、シナプス強度と回路上のキャパシタンスの変換方式の改善と、入力パルスの周期の改善を行った。その結果、推論精度を81%まで向上させることができた。ANNの認識精度が約89%であるため、認識精度のロスを約9%まで低減させることができたといえる。最後に、Averaged Principle-Edge Distribution (APED)を用いた特徴量抽出を行った。その結果、ANNの認識精度が最大で96.44%まで向上した。改善前のANNの認識精度は約89%であったため、約7%改善することができた。しかしHSPICEシミュレーションによるSNNの推論精度は改善しなかったため、今後検討する必要がある。これらの結果から、低消費電力化を実現したニューロモルフィックシステムの開発に成功したといえる。</p>		