

センサデータ処理のためのBinary Neural Network回路

35625112 岡島明宏 (横式研究室)

Akihiro Okajima (Yokoshiki Laboratory)

研究背景・目的

研究背景・目的①

エネルギーハーベスティング



周囲の環境から微小なエネルギーを回収し、電力として利用する技術

温室効果ガスなどにより環境汚染が問題

環境エネルギーを活用するエネルギーハーベスティングが有効

バッテリー交換が困難な場所や、持続的な電源供給が難しい環境でも小型デバイスを長時間稼働させることが可能になる

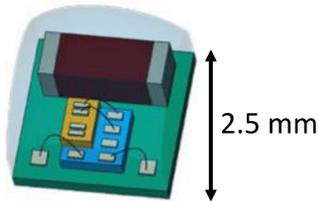


研究背景・目的②

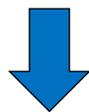
小型デバイス

・センサ、間欠駆動型CPU、MLチップから成る小型バッテリーレスセンシングデバイス

・生体計測、環境モニタリング、IoTデバイスなどの分野で応用が期待



小型・バッテリーレスの特性から装着型や埋め込み型のセンシングシステムへの展開も可能



研究背景・目的③

機械学習回路

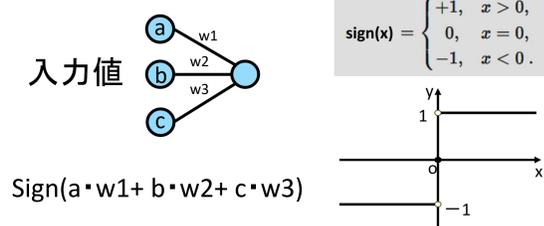
小型デバイスに搭載するのCPUではセンサデータに対しての高速な処理が難しい

機械学習回路でエネルギーハーベスティング環境下で動作するCPUを補佐し、センサデータ処理を効率的に実行する

機械学習回路の有用性を検証

計算処理過程

符号関数



符号関数とは入力の符号に応じて+1、0、または-1を返す関数

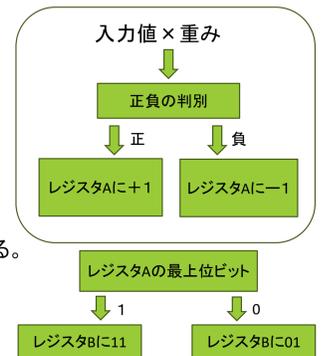
符号関数と近似した計算処理過程

①入力値と重みを掛けて得られた値の正負を判別する

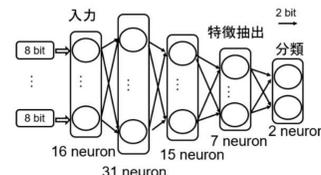
②入力値の合計を求めるレジスタAに対して判別した値が正なら+1、負なら-1の処理を行う。

③最終的なレジスタAの最上位ビットが1であれば11を、1でなければ01を出力し、それぞれレジスタBに格納する。

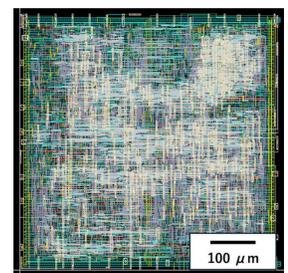
④これらの処理をニューロン毎に繰り返す。



実験結果



構築したBinary Neural Network

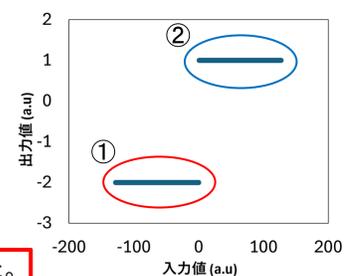


作製したBNN回路のレイアウト

製作した回路のシミュレーション結果

① -128~-1の入力の時、機械学習回路は10を出力した

② 1~127の入力の時、機械学習回路は01を出力した



学習した通りに分類することができた。

検証プロセス

PythonでBinary Neural Networkの構築

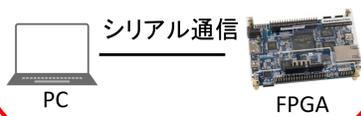
↓ 重みの抽出

重みデータをファイル化

↓ 重みの書き込み

①FPGA・テストベンチで動作確認
②Verilogで機械学習回路の製作

```
always @(posedge clk)
if(!rst) begin
o_layer2[0]
o_layer2[1]
end else begin
Verilog コード
```



まとめ

本研究の総括

- ・重みが1ビットで表されるBNN回路を検証し、学習した通りに動作していることを確認できた。
- ・機械学習回路のチップ製作を行った。

今後の展望

- ・製作したチップの評価
- ・より複雑な分類問題に取り組む。