

ニューロンの動作を参考にした比較器を用いた 判別回路の演算時間の検討

寺村 正広* 重井 徳貴** 宮島 廣美**
(*佐世保高専 **鹿児島大学)

1 はじめに

筆者らは、ニューロンの情報処理方法を参考にした電子素子による比較器を以前提案した [1]。従来の比較器を用いた判別よりも複雑な判別をおこなう能力があることを確認した。生体のニューラルネットワークでは、複数のニューロンがそれぞれ並列演算するため、非常に高速な判別や識別が可能である。提案した判別回路においても、複数の比較器がそれぞれ並列に判別動作をおこなう。よって、AD 変換、マイクロプロセッサおよびソフトウェアを用いた判別よりも、非常に高速な判別が期待できる。判別に要する時間を回路実験で確認し、高速に判別できることを示す。

2 ニューラルネットワークを利用した判別

はじめに、入力信号の判別処理だけに着目した単一ニューロンの回路モデルであるニューロ比較器について述べる。次に、ニューロ比較器を複数用いて、センシング信号を判別する回路例を示し、その演算時間を測定する。

2.1 ニューロ比較器

図 1 (a) にニューロンを参考にした (X, Y) 入力のニューロ比較器を示す。ただし、 W_{nm} は結合の荷重、 θ_n はしきい値である。ニューロ比較器は、同図 (b) のような平面において、1 本の直線を境界とした判別をおこなう。入力 (X, Y) がハッチングの領域であれば論理 1 を、それ以外では論理 0 を出力する。ニューロ比較器を回路化して、相互に結合させ複雑な判別に利用する。学習機能を省略しているため、荷重やしきい値を学習によって自動的に変更する機能はない。したがって、抵抗やコンパレータなど基本的な素子だけで動作する。

2.2 ニューラルネットワークを利用した判別の例

図 2 (a) のような構造のネットワークを利用して、図 2 (b) のような $X - Y$ 平面上の領域を判別する回路で実験をおこなう。 H_1 から H_4 および O の 5 個のニューロ比較器を利用する。実際の入力 (X, Y) には変移センサからの出力を与える。このとき、測定した変移、つまり、2 点の測定対象物のサイズが、ハッチング領域にある場合に、論理 1 が出力されるような判別ができる。

2.3 判別時間の測定結果

判別時間の測定実験の結果、図 3 に示す波形が得られた。はじめに、センサからの入力信号の代わりに X へ一定の直流電圧、 Y へ一番上の波形のようなファンクションジェネレータからパルスの繰り返し信号を与える。次に、

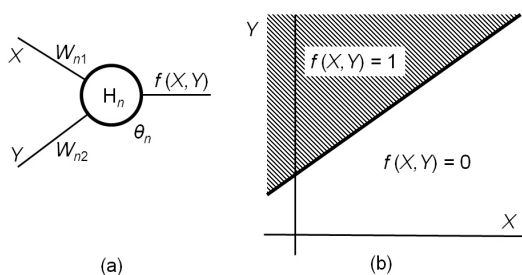


図 1: ニューロ比較器の判別

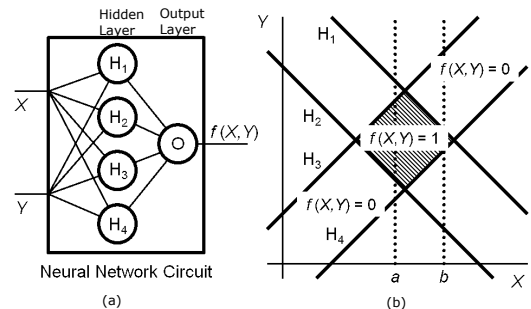


図 2: ニューロ比較器を利用した領域の判別

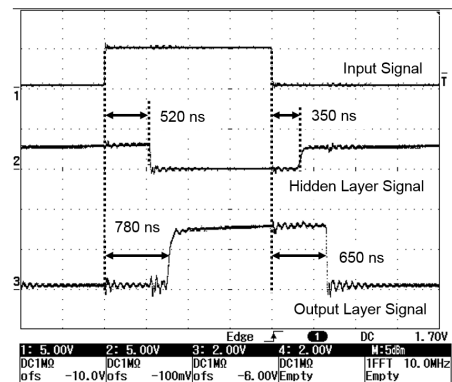


図 3: ニューラルネットワーク判別回路の各部の電圧波形

各ニューロンの出力をオシロスコープで観察する。上から 2 番目の波形は隠れ層、3 番目の波形は出力層ニューロンの電圧波形である。L レベルから H レベル、逆に H から L への遅延時間は異なるため、平均を求めて判別の時間とする。隠れ層での判別時間は 435 ns であり、同様に出力層では 715 ns である。よって、提案の判別回路では、信号の入力から 715 ns 程度で判別結果が得られる。

比較の例として Atmel 社 ATmega 1284 マイコン (クロック 20 MHz) による処理を、Atmel Studio 7.0 シミュレータで実験した結果、AD 変換から演算して出力するまで、約 $103 \mu\text{s}$ 必要であった。したがって、提案の手法は一般的なデジタル処理による判別よりも、約 140 倍高速に判別できることがわかった。

3 まとめ

ニューロ比較器を利用した判別において、演算時間を回路実験で測定した。従来のマイコンを用いたデジタル処理よりも、非常に高速に判別できた。提案の判別手法はリアルタイム処理が求められるような応用に適している。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26330108 の助成を受けています。
参考文献

- [1] 寺村, 重井, 宮島, "ニューラルネットワーク比較器を利用した直線上の重心位置判別," 平成 27 年度電気関係学会九支連大, 06-1P-13, Sep. 2015.