

平成 11年 2月 23日

電子・情報工学専攻	学籍番号	969301	指導教官氏名	米津 宏雄 教授
申請者氏名	浅井 哲也			石田 誠 教授

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	生体の視覚システムに学んだ動き検出および 視覚対象追従運動機能の集積回路化に関する研究
------	--

本研究は、生体の網膜から脳へわたる初期視覚システムの中で、視覚対象の動きおよびそれに続く情報処理機構を中心とした基本神経ネットワークのアナログ集積回路化に関するものである。これらの初期視覚システムを模倣した集積回路は、画像処理を行う逐次演算型計算機のプリプロセッサとして、その実現が期待されている。本研究は、現在得られている生体の初期視覚システムの生理学的知見をもとに、そのシステムの機能および構造に学んだ基本アナログ電子回路およびネットワークの開発を目的とした。

最初に、網膜における最も初期的な情報処理である、視覚対象のエッジを検出するシリコン網膜を試作した。本研究では、シリコン網膜の開口率を低下させる配線の複雑度を低減するために、受光素子を含む基本デバイス間をMOS型配線で結合する新しい構造を提案した。また、試作したチップの実測結果より、入力光強度に応じて空間分解能を制御することにより、チップが広範囲な光強度に対して適応可能であることを示した。

次に、生体の視覚情報処理機構の中核であると考えられている、動き検出機構の集積回路化を試みた。本研究では、簡略化された速度検出アルゴリズムと、局所的な動き情報を検出する生体の相関型神経ネットワークを基に、コンパクトな動き検出基本回路を提案・試作した。また、シミュレーションおよび試作した一次元ネットワークより、視覚対象の局所速度が広範囲にわたり検出できることを示した。

次いで、Lotka-Volterra(LV)ネットワークの集積回路化を行った。LVネットワークは、入力強度に応じて複数の神経素子が活性状態となるwinners-share-all(WSA)型の選択を行う。電子回路化されたLVネットワークは、消費電力が極めて低く、また配線の複雑度がN個の神経素子に対してO(N)であるため、大規模集積化に極めて適している。また、WSA型の選択機構により、神経素子集団によるWTA型の選択を行うことができ、そのことが一般のWTA集積回路の実現の妨げとなっているデバイス特性のばらつきの問題を解決でき得ることを示した。

次に、高い記憶容量を有する非単調連想記憶ネットワークのアナログ電子回路化を試みた。連想記憶ネットワークをチップ上に実装するための空間は限られているため、ネットワークの規模は必然的に小さいことが要求されている。このような制限下において、ネットワークの想起能力を大幅に改善する非単調応答関数を用いることが、連想記憶ネットワーク応用面において非常に大きな意味をもつことを示した。

最後に、上述した基本ネットワークを用いて、視覚対象の動きを追従する回路システムを提案した。提案したシステムでは、視覚情報の獲得をシリコン網膜が行い、次いで相関型神経ネットワークが動き情報(局所速度)を計算し、その中の最大の速度をLVネットワークが選択する。シミュレーション結果より、提案したシステムが背景画像を除去しながら視覚対象の動きを追従できることを示した。さらに、連想記憶ネットワークによる視覚対象追従システムの実現可能性について検討を行った。