

Title	視覚システムのモデルを用いたパターン認識の研究
Author(s)	庄野, 逸
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3155652
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	庄 野 逸 <small>しょうの はやる</small>
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 3 0 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 2 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	視 覚 シ ス テ ム の モ デ ル を 用 い た パ タ ー ン 認 識 の 研 究
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 福 島 邦 彦 (副 査) 教 授 佐 藤 俊 輔 教 授 中 野 馨 教 授 倉 田 耕 治

論 文 内 容 の 要 旨

生物の視覚システムは非常に優れたパターン認識装置である。このシステムを解明し工学的な応用に用いるためには、脳の視覚システムを理解しなければならない。本論文では脳の視覚システムのモデルを用いたパターン認識に関する研究をまとめたものである。本論文は、視覚システムの構成要素および構造のモデル化を行い、さらにモデルにしたがって構築したシステムの工学的な応用について言及している。

脳における視覚システムは神経細胞から構成されており、この特性は“学習”と呼ばれる一種の環境適応プロセスによって決定されると考えられている。本論文では、最近発見されている初期視覚野の運動に関する細胞の特異的応答に着目し、これが競合学習という学習方法を用いることで、その特性を再現できることを示した。

脳内において形状の認識は腹側経路 (ventral pathway) によって処理されていると考えられており腹側経路は V1 野→V2 野→V4 野→IT 野という階層構造を持つ。本論文では、この階層性に着目したモデルを提案し、IT 野の細胞で観測されている生理学的なデータとの比較を行った。その結果、提案したモデルが IT 野の細胞の反応特性を非常に良く説明できることを示した。その上で、提案した視覚モデルの工学的な応用の可能性について示した。機械によるパターン認識は様々な手法が提案されているが、本論文ではアドホックな方法ではなく脳のモデルとして出発したシステムで性能を測定した。結果として、従来までに提案された手法に劣らず非常に高い認識率を持つことを示した。さらに発展的な研究としてフィードバック経路を導入したモデルを提案している。脳の視覚領野においてもフィードバック型の回路が解剖学的に確認されており、ヒトの“注意”に関連する機構であると言われている。フィードバック経路を導入することにより我々の提案するシステムにおいても様々なパターンが組合わさった複合パターン中の特定のパターンのみを認識させることが可能になる。機械に複合パターン中から特定パターンを分離して認識させることは、今後の自然画像の理解に必要な技術である。本研究では、その一手法を提案し、提案したモデルが複合パターン中の特定パターンを逐次的に認識・切り出しを行っていくことを計算機シミュレーションによって示した。

論文審査の結果の要旨

最近の計算機科学の発達にともない、視覚パターン認識システムの性能も向上してきたが、その能力は未だにヒトの視覚システムには及ばない。本論文は、生物の脳の視覚神経系に注目してその原理を解明し、工学的なパターン認識装置を構築することを目的としている。

神経系は自己組織化能力を持っていて、自分の置かれた環境に適応して自分自身の構造を柔軟に変化させていく。大脳皮質の中で視覚情報を最初に受け取って処理している第1次視覚野には、特定の傾きの直線やエッジに特異的に反応する細胞が多く見られ、これらの細胞の多くは刺激パターンの運動方向に対しても選択的に反応する。このような特異的な反応選択性は、幼児期の視覚経験に強く影響されるが、これは一種の競合学習によって神経系が自己組織化していくためであるという説が有力である。この説を実証するために申請者は、競合学習を用いた神経回路モデルにおいて、回路内の細胞の運動方向選択性の分布状態（マップ）が、実際の脳と同じように形成されていくことを計算機シミュレーションによって実証した。

さて、脳における高次の視覚情報処理に目を向けると、物体の形の情報は、大脳の後頭葉から側頭葉に向かう経路（V1野→V2野→V4野→IT野）において階層的に処理されていくと考えられている。この経路でのパターン認識過程を説明する階層型神経回路モデルの一つに「ネオコグニトロン」がある。ところで生理学的実験によってIT野ではヒトの顔などのような複雑な特徴に反応する細胞が多数発見されている。最近の報告では、3次元物体を特定の方向からみた画像に強い反応を示し、ある程度の回転、拡大・縮小、並行移動などの変形を許容するという。申請者は、このような3次元物体認識機構に特に注目して、生理実験の結果とネオコグニトロンの反応特性とを比較し、ネオコグニトロンのような階層型処理を考えるとIT野の細胞の性質を良く説明できることを示した。

申請者は、ネオコグニトロンの考え方をを用いて手書き数字認識システムを構成した。多数の筆者の手書き文字を集めた大規模データベースを用いて認識実験を行ない、回路内の特徴抽出細胞の閾値を適正に設定することによって、高い汎化能力を持つパターン認識システムを実現できることを示した。

さらにこのシステムにフィードバック経路を付加した「選択的注意機構モデル」を発展させて、英字筆記体連結文字列の認識を行なった。連結文字列の認識では、個々の構成文字をどのようにして切り出すかが問題になるが、申請者が提案するシステムでは、注意を向ける場所を、入力パターンと回路の反応状態の両者に応じて順応的に制御することによって、連結文字列を構成する文字パターンに逐次的に注意を向けながら認識していくことに成功した。この考え方は連結文字列認識にとどまらず、機械による自然画像の認識全般において、複合パターン中から特定パターンを分離して認識する能力を持つシステムの実現に有力な手法を提供するものである。

以上のように、本論文は脳に学ぶ新しい視覚パターン認識システムの研究の発展に寄与するものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。