

論文審査の結果の要旨

氏名 早川 仁

本論文は、「柔軟な動画像認識システムのための動きフィールド特徴ベクトル表現」と題し、時系列の動画像データより各時刻における動きの特徴を抽出しこれをベクトル表現するアルゴリズムと、そのベクトル表現を用いて柔軟な動画認識を実行するシステムの構成についての研究を纏めたもので、全文5章よりなる。

第1章は序論であり、本研究の背景について議論するとともに本論文の構成について述べている。

第2章は、「方向性エッジの変化に着目した動きフィールドの生成」と題し、動画像より動きフィールドを生成し、これを特徴ベクトルで表現するアルゴリズムについて述べている。局所的な動きの抽出は、輝度値の時間・空間微分値より求める勾配法が計算量が少なくよく用いられるが、いわゆるアパーチャ問題等で精度に問題がある。これに対し本研究では、画像から抽出した方向性エッジ情報が画像の形状的特徴をよく表現することに着目し、エッジ情報を用いたブロックマッチング法により動きフィールドを生成している。エッジ位置を表すビットフラグをx軸、y軸に射影したヒストグラムを生成し、異なる時間フレーム間でヒストグラムのマッチングを行うことによって動きを求め、計算量の大幅な削減を達成している。特にエッジフラグの抽出に際し、動いている部分のみがハイライトされ、かつ画面内の動きが一定値に達した時点で動き場が生成される適応的なアルゴリズムを開発した。こうして得られた動き場を、上下左右それぞれの方向において、その動きの方向に積分することによってベクトル表現を得る PPMD (Projected Principal Motion Distribution) 法を新たに提案した。この PPMD ベクトルの時系列に対し隠れマルコフモデルを適用し、簡単なジェスチャー認識に応用してその有効性を実証している。これにより動き認識システムの基礎を構築した。

第3章は、「時空間射影による動きフィールドシーケンスのベクトル表現」と題し、動作を PPMD ベクトルの時系列データで表現する前章の方法に対し、単一のベクトルで表現するアルゴリズムを提案している。個々の動作について、各時刻の動きフィールドより求めた PPMD ベクトルの各要素を時間軸方向に積分したものを新たなベクトル要素として採用し、さらに各時刻における上下左右4方向の動きの要素を各方向毎に加算してそれぞれ4要素に集約するとともに、その時系列もまた新たなベクトル要素として加えた表現方法である。これにより隠れマルコフモデルではなく、単純なベクトルマッチングの手法で動作の認識が可能となった。第2章と同じ問題に適応して、約80%程度だった認識率が90%に達することを示している。さらに、ベクトル要素生成を動作にあわせて適応的に調整する新たなアルゴリズムを提案し、同じ問題に適用した場合認識率が95%以上に達することを示している。これは重要な成果である。

第4章は、「汎用処理／連想処理切り替えアーキテクチャを有する MIMD プロセッサ」と題し、柔軟な情報処理に適合するプロセッサアーキテクチャに関する研究について述べている。人間の認知処理をモデル化した演算処理では、大量のデータの並列マッチング演算と、マッチングの結果をルールベースで検証する論理処理とが混在して実行されることが多い。ここでは、マッチング処理にも論理処理にも切り替えられる MIMD 演算ユニットを多数並列配置したプロセッサを構成し、必要に応じてそれぞれのユニットの機能を適応的に切り替えシステム全体の性能を向上させるアーキテクチャを開発した。本構成では、データと命令が同じメモリ内に格納されるため、短命令長の命令セットを開発してメモリの利用効率向上も達成している。

第5章は結論である。

以上要するに本論文は、柔軟な動画認識の基本となる動きの特徴ベクトル表現に関し、高精度な動きフィールド生成アルゴリズムと、動きフィールドより特徴ベクトルを抽出する新たな二つのベクトル表現方法を提案するとともに、ジェスチャー認識の問題に適用してその有効性を示し、動画認識システム構成の方法論を提示したもので、電子工学の発展に寄与するところが少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。