

[別紙 2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 大和淳司

本論文は、動画像を用いて人間の動作を認識するシステムの実現を目指したものである。そのための認識手法とその改良、リアルタイム型の応用のための前提として重要な動画像中の移動物体の追跡、抽出を行う手法、さらに蓄積型の応用の事例として動画像データベース検索への適用について論じている。これらの技術は動画像処理の重要な要素であり、人間と自然なインタラクションを行う機械の構築に重要な役割を果たすものである。

本論文の各章ごとの要旨は以下のものである。

第1章においては、画像認識に関する研究の背景をまとめるとともに、本論文のアプローチを簡潔にまとめている。

第2章においては、動画像認識の研究および隠れマルコフモデル(HMM)の画像認識への適用について述べている。モデルベースの手法ではなく、画像の特徴量を用いたボトムアップな手法をとり、事例からの学習によって認識系を構築する基本方針の有用性について論じている。

第3章では、HMM をどのようにして動作認識に適用したか、その基本的な手法について述べ、テニスの実画像を用いた実験を例に有効性を明示している。提案手法では、動画像を前処理した後、各フレームから特徴ベクトルを抽出し特徴ベクトル列を得、これをベクトル量子化によりシンボル列に変換する。このシンボル列を HMM で学習・認識する。この手法の有効性を確認するためにテニス動作の画像を用いた実験結果が示されている。6 カテゴリのテニス動作、すなわちフォアボレー、バックボレー、フォアストローク、バックストローク、スマッシュ、サービスを対象として、3 人の被験者の実験で以下の結果を得ている。学習対象と同じ被験者を認識対象とした場合には、90%以上の認識率、学習対象と異なる被験者を対象とした場合には、認識率は60%台。しかし、学習に使用する被験者の人数を2人に増やした場合、認識率は70%~80%に向上する。この結果から、提案手法によって人物の動作認

識を行うことができることが明確に示されている。また問題点としてVQ 段階の改良を行うことが必要であることを考察している。

第 4 章では、より人物動作認識に特化した改良を提案し実験的に効果を明示している。まず、ベクトル量子化段階の改良法として、各カテゴリごとに個別のベクトル量子化コードブックを持たせ、同時にコードワードからの距離に応じたペナルティ関数を与える方法を提案している。次に人物動作が時間的に一方向に変化するものであることから、LR モデル (Left to Right モデル) を HMM に導入することを提案している。これによって、推定するパラメータの数を減少させ、モデルの安定化とパラメータの推定精度を向上させる効果が期待できるとしている。実験では、全体として認識率は向上し、特に学習と認識対象が異なる場合でも3人の動作を学習に使用して 86.5%の認識率を得て、改良の効果を明確に示している。

第5章では、HMM を用いた動作認識手法を動画データベースの内容ベース検索に適用するための検討について述べている。検索対象として、標準圧縮方式である MPEG でエンコードされたデータを扱い、画像特徴として、DCT (離散コサイン変換) 係数を使用することを提案し、検索精度の評価実験を行っている。実験では Precision rate, Recall rate とともに 80%程度の精度を得られることを示している。これは、インタラクティブな検索を行う場合には十分に使用に耐える精度であると論じている。

第6章では、リアルタイム型の応用のために重要な、人物領域の抽出と追跡のために、ステレオビジョンヘッドを用いた動物体の追跡法と奥行き情報を用いた物体の抽出について述べている。発達心理学の知見にもとづき、単眼視での注視、単眼視での追跡、両眼視での輻輳制御と距離情報による抽出の3つの階層にタスクを分割し、それぞれに対応する制御系の実装について述べている。実験では安定した追跡や輻輳制御の安定化などの結果を明示し、動作認識のための前処理として有望であることを明示している。

本論文における成果をまとめると以下のようなものである。

動画画像を用いた人物動作認識を行うシステムの中核となるアルゴリズムに HMM を用いることを提案しその有用性を示すとともに、人物動作に特化した改良を提案しその有効性を示した。応用面では、蓄積型の応用例として重要であるデータベース検索への応用について具体的な手法を提示し、リア

リアルタイム型の応用のために不可欠な前処理についてステレオビジョンヘッドの制御系の構築方法を提案した。動作認識は近年動画像処理のテーマの一つとして関心を集めているテーマであるが、本論文で提案された HMM による動作認識手法は広く用いられており、本研究により為された成果は大きな貢献である。

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。