

審査の結果の要旨

論文提出者 長尾健司

本論文は、“Local and Global Invariants for Object Recognition”（物体認識のための局所的／大域的不变特徴）と題し、幾何学特徴を利用した物体認識、光学特徴を利用した物体認識、さらには統計的パターン認識において、不变特徴を導入し、それらの適用可能性と有効性についての研究をまとめたものであり、11章から構成されている。

第1章、“Introduction”では、不变量の物体認識における有用性を指摘し、不变量のクラス分類や研究の歴史を述べている。その後、本研究の目的、本論文の構成を示している。

第2章は、“Image Transformations and Local and Global Invariants”と題し、画像変換の種類を述べた後、局所／大域的不变量についての説明を行っている。

第3章は、“An Affine Invariant for Alignment Object Recognition – An Invariant under Explicit Transformations”と題し、幾何学的不变特徴の1つであるアフィン不变特徴を用いた平面物体の認識について述べている。幾何学的物体認識の中心のプロセスは、物体のモデルである局所幾何学特徴のセットと、物体画像中から抽出された局所特徴セット間の幾何学的変換パラメータの復元である。手法は、基本的に、特徴点对応の仮説と検定による網羅的探索であるため、容易に組み合わせ爆発が生じる。この計算論的な課題をいわゆる白色化と呼ばれる手法により解決することを提案している。

第4章は、“Experiments: Object Localization and Recognition”と題し、第3章で提案した手法の有効性を示している。すなわち、ノイズや物体の一部隠蔽に対しても安定であり、計算量的にも効率が良いという結果を得ている。

第5章は、“Photometric Invariant: - An Invariant under Implicit Transformations”であり、幾何学的不变特徴に光学的不変特徴を組み合わせ、選択性の意味で有効性を向上させる手法について述べている。すなわち、カラーチャンネル比から得られる光学不变特徴を、幾何学的特徴と組み合わせ、クラスタ重心を抽出することで、拡張されたマッチング特徴を得ることを提案している。

第6章は、“Experiments for Photometric Invariants: Stability and Discrimination Power”で、実験により、カラーチャンネル比不变特徴の選択性により、非常に安定で効率のよい特徴抽出が出来ることを確認している。

第7章は、“Weak Orthogonalization: - Invariants under Implicit Transformations –”

と題し、パターンの変動の明示的表現が困難な場合この変動を弱直交化することにより解決することを提案している。具体的な応用分野として、顔認識をとりあげ、議論を進めている。同時対角化変換と対角成分の適切な再変換によって、弱直行化された部分空間を得る。この操作を顔特徴分布と摂動特徴分布に適用し、変換後の顔特徴空間の主軸によって得られる空間を抽出する。この空間でのマッチングを行うことで安定な認識アルゴリズムを提案している。

第 8 章は、`Experiments for WORTH: An Application to Face Recognition` と題し、第 7 章で述べられた弱直交化による顔認識手法を実際に顔画像に適用し、従来法よりも高い性能が得られることを示している。

第 9 章は、`Distribution - Specific Feature Extraction: - From Local to Global Invariants -` と題し、より広範な画像変動に対応できる混合法と呼ばれる不変特徴抽出法を提案している。この手法は、顔画像空間を幾つかの要素分布よりなる混合分布としてモデル化するものである。

第 10 章は、`Experiments for DSFE - Application to Face Recognition` と題し、第 9 章で提案された 混合分布法 (DSFE)、第 7 章で提案された弱直交化法 (WORTH) と従来法である Fisher 法、Eigenface 法の比較を行い、すべての場合について、混合分布法が優れていることを示した。

第 11 章は、`Conclusions` であり、本論文の成果を要約するとともに今後の課題が示されている。

以上これを要するに、本論文では、画像の不変特徴の物体認識への応用を扱い、幾何学的な不変量であるアフィン不変特徴を導入し、これと物体のカラー情報から得られる光学的不変特徴を組み合わせることで認識できる物体のクラスを拡大し、さらに、照合する物体間の時間的変動をおさえるため、弱直交化法や混合分布法と呼ばれる手法を提案し、実際顔画像を用いてこれらの有効性を示しており、電子情報工学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は、博士（工学）の学位論文として合格と認められる。