

審査の結果の要旨

論文提出者 八木 雅和

情報化社会の進展に伴い、画像情報の高速処理、特にヒトのように柔軟な認識を実行するシステムの実現が望まれている。本論文は、“An Intelligent Image Recognition System Based on the Associative Processor Architecture” (連想プロセッサアーキテクチャに基づく知的画像処理システムの研究) と題し、ハードウェア処理に特化した認識アルゴリズムを新たに提案するとともに、医用情報処理に応用することによりその有用性を実証し、さらに同アルゴリズムを実行する専用 VLSI チップを開発することにより柔軟な認識処理が実時間で実行可能なことを示した研究成果を纏めたもので、全文 8 章よりなり、英文で書かれている。

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 章では、二次元の画像をマッチング処理に適したベクトル表現に変換する新たなアルゴリズムの提案を行っている。画像の中の特徴的なエッジ情報を抽出し、その空間分布を主要な方向に投影してベクトル表現を得る手法であり、Projected Principal-Edge Distribution (PPED)法と名づけている。これは、元画像の次元を 64 分の 1 に削減するとともに、我々の目に類似して見える画像はベクトル空間でも近距離にマッピングされる優れた表現法である。この提案は重要な研究成果である。

第 3 章は、PPED 法を矯正歯科専門医の重要な診療行為である頭部 X 線写真の解析に応用することにより、画像認識アルゴリズムとしての最適化を行った結果について述べている。Sella、Nasion、Orbitale と呼ぶ三つの解剖学的特徴点を例題とし、専門医と同等の判断が出来るように各認識パラメタの最適化を行っている。特にマクロビジョン探索と呼ぶ新たな方法を提案している。これはまず対象を大まかに把握し、その後細かく候補を絞っていくというヒトの認知過程に習った認識アルゴリズムを採用したものである。

第 4 章は、前章で開発した頭部 X 線写真の解析システムを実際の診療現場の多くの症例について適用し、その有効性を検証した結果を纏めている。250 枚の X 線写真、各写真 26 個の特徴点についてテストを行い、明瞭な骨組織上の特徴点のみならず専門医も苦勞する軟組織上の特徴点も有効に検出できることを示している。これは実用上重要な結果である。

第 5 章は、“Advanced Algorithms for Associative Processing” と題し、手書の文字認識等バイナリ画像への適応についての新たな展開を述べている。マルチスケール概念を導入し、Zoom lens metaphor と呼ぶ認知科学の興味ある問題への適応も可能であることを述べている。

第 6 章は、“VLSI Chips for PPED Vector Generation” と題し、計算コストの高い PPED

ベクトル生成を実時間認識処理に適用可能なよう、専用プロセッサを開発した研究について述べている。繊細なグレースケール画像の認識では、エッジ検出時の閾値の決定が重要であるが、これには画素値の局所的な分散値からメディアンを検出して用いる手法が有効であることを見出し、これをアナログ・デジタル融合の回路アーキテクチャで実現している。これにより、入力画像に対し閾値検出から 4 方向のエッジフィルタ処理、ベクトル生成までをすべて並列パイプライン処理で高速に実行できる LSI チップを完成している。これは実時間処理実現に重要な成果である。

第 7 章では、実際に VLSI チップを用いて認識処理の実験を行い、ソフトウェア処理との比較によってハードウェア処理の有用性について論じている。

第 8 章は結論である。

以上要するに本論文は、連想プロセッサと呼ぶ並列データ検索専用のハードウェア処理に適合する、二次元画像の新たなベクトル表現アルゴリズム PPED 法を提案するとともに、これを用いた柔軟な画像認識システムを開発し、医用情報処理に応用することによりその有用性を実証したものである。さらに、同アルゴリズムを実行する専用 VLSI チップを開発することにより実時間の認識処理が可能なことを示した研究であり、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。