

## 光学式顔認識装置のシステム化とサイバーセキュリティへの 応用に関する研究

数理・物性構造科学専攻

稲 葉 利江子 (指導教員 小館香稚子)

時空間を越えた情報のやりとりが、インターネットで行えるようになった今日の高度情報化社会においては、ネットワーク上のアクセスや IC カードの利用などにおいて個人を正確に識別・認証するセキュリティ技術が重要になってきている。この識別・認証における鍵として、顔、指紋、網膜パターンなどの個人の身体的な属性を利用することが、容易で確実な方法として検討されている。中でも顔は認識される側の心理的な抵抗感が少ないというメリットを持っている。従来、提案されてきている数多くの顔認識のアルゴリズムは、顔の各部位の幾何学的な特徴のマッチングによる方法とパターンマッチングによる方法とに大別され、後者の方が高い認識率を得ている。しかし、デジタルなパターン認識では、高速フーリエ変換演算は容量の大きい画像に対してはスピードが遅くなる。さらに 3 次元画像の顔の形態変動や照明条件などのロバスト性に対する検討は容易に進まず、技術改善課題が多い。これらの解決法として、著者らは光の持つ広帯域性・空間光並列性を生かして構築した光結合変換相関演算器 (Joint Transform Correlator) の適用を提案し、その有効性を正面平常顔での 90% を越える高い認識率により実証している。

本論文では、これまでのマルチレベルゾンプレートアレイと液晶空間光変調器の基本デバイスを用いた光並列相関器構築の成果を踏まえ、持ち運び可能な軽量で安価な小型化装置開発のため、光学システムの設計・検討と、より高精度な装置としてのシステム化のためにコンピュータによる前後処理の検討を行った。

その結果、開発した装置 (大きさ:  $23 \times 16 \times 15 \text{ cm}^3$ ) は温度・湿度に対して変動が少なくバイオメトリクスの評価基準に基づき、集合住宅やコンピュータログインに適用可能とする十分な性能を持つこと、およびデジタル信号処理によるエッジ抽出・2 値化処理により照明条件、表情変化、付属物変化などに対しても高いロバスト性を持つことを明らかにし、実用器として顔認識への適用十分な可能であることを確かめた。これらの結果から、光技術の並列画像伝送、演算処理能力は顔画像の識別演算において、高い優位性を持つことを実験的に立証した。

以上の基礎的な検討を踏まえ、現在のサイバー社会における個人認証セキュリティを目的とした実証システムの提案および運用目的の実証実験を試みた。提案システムの実現には、データベースの構築方法、およびアプリケーションにアドホックな認証環境などを想定した検証が必要である。本論文では、そのアプリケーションとして、需要が高まっている『膨大データベースからの個人検索』と『ネットワーク環境におけるアクセス管理のための個人認証』を対象とした。

犯罪捜査などにおける大量データベースからの個人検索においては、何百万枚というデータベースからの個人検索で、絞り込みを目的とする認識処理の能率化を目指し、顔の特徴量をメタデータとしたデータベースのカテゴリ分類の適用を提案する。メタデータとなる顔特徴量として、顔の特徴量を数値化した Garson と 3 点指定による顔指数を提案し、このデータベースの適用により能率化を確かめた。

次に、ネットワーク環境におけるアクセス管理のための個人認証においては、現在通信放送機構の成果展開型事業として採択されている日本女子大学と早稲田大学間で進められている e-Learning に焦点をあて、授業コンテンツのアクセスの際の本人確認に光学的顔認識システムを用いて個人認証を導入することを提案したものである。しかし、遠隔教育でのアクセスは、ネットワークを用いたピアシステムとなる。また、普及率が高い低解像度の携帯電話の付属カメラから取得した顔画像の狭帯域回線による伝送を想定し検討を加えた。近い将来のネットワーク上での個人認証の問題点を明確にし、評価を試み、十分な可能性を得た。

さらに、実用化システム実現のための顔画像自動切り出し技術として、相関演算の原理の特徴であるシフト則を利用したフィードバック制御による顔領域自動切りだし処理の提案とプログラム作成、実証実験を行い、携帯電話付属カメラでの撮影画像によるネットワーク型認証システムの立証実験により、サイバーセキュリティへの応用への確実な視点と技術的な可能性を示した。

以上本論文は、光フーリエ変換を用いた光並列相関演算器の小型な実用器を開発し、顔認識システムとしての性能向上のための前後処理・データベース・フィルタなどの提案を行い、設計・試作・評価を行って、入退出監理に十分な性能を持ち高いロバスト性のあることを示した。さらに、「個人検索システムへの適用」、「ネットワーク型の顔認証システム」などのサイバーセキュリティへの応用のためのフィルタ設計、画像圧縮率の検討、顔画像自動切りだし法の提案などにより実現の可能性を見いだした。

本研究は、原理と手法は存在したものの、これまで光並列演算の本格的な実用器を生み出していなかった光コンピュータ分野で、我が国としては初めての小型な顔認識システムの構築と実験について述べたものである。