

不審人物の認識追跡技術の高度化プロジェクト

プロジェクト代表者：理工学部・准教授 泉 知論

共同研究者：山内 寛紀、福水 洋平

【研究計画の概要】

(1) 認識追跡のリアルタイム化サブプロジェクト

人災の抑止や災害時の避難誘導など、知的監視システムの実現には高度な認識・追跡アルゴリズムが必須であるが、計算負荷が非常に高く比較的性能の高いデスクトップPCを用いても実時間処理は困難である。カメラ側に搭載される組み込みシステムでの実時間処理を目指し、組み込みプロセッサとアクセラレータ回路によるシステム化技術、アーキテクチャについて研究を進める。昨年は、画像認識のための特徴検出記述アルゴリズムのハードウェアアーキテクチャの基礎検討を進めてきた。また、カメラと再構成可能ハードウェアからなる実験基板を構築した。そこで今年度は、特徴検出記述のハードウェアアクセラレータの設計をすすめ、実験基板上に搭載し、性能評価を行う。さらに、検出記述性能と回路規模・消費エネルギーのバランスを追及し、改良を進める。また、検出後の認識アルゴリズムについて、ハードウェア化の研究を進める。

(2) 不審人物画像鮮明化サブプロジェクト

防犯カメラのインテリジェント化の研究を進め、防犯カメラ映像から人物を高精度に検出する技術を確認し、警備員の常駐に替わる可能性があることを示してきた。また、昨年は、不審人物検出の研究を進め、動画超解像と人物の行動に骨格モデルを嵌め込むことで、一定の成果を得たが、実用製品とするには性能的に十分ではない。そこで今年度は、顔画像に特化した画像鮮明化の研究と、移動する人物をカメラ間で追跡する研究と、主に手の動きに着目した不審人物の行動認識の研究を行い、次世代防犯カメラの実験を行える精度向上を目指す。また、実際の犯罪現場の防犯カメラ映像を取得し、映像鮮明かとの不審者の歩容解析の研究を進める。

(3) 3次元画像による認識の高度化サブプロジェクト

広域監視では、同一人物が複数個のカメラ間を移動して行く。このため、人物をカメラ間で追跡する技術が重要である。しかしながら、カメラが異なると、同一人物であっても撮影されるカメラ角度が異なるため異なった画像となり認識が困難であった。この問題を解決するため今年度は、撮影された動画像から3次元の顔モデルを自動生成し、そのモデルをカメラ間で共有する技術を研究する。

【研究成果】

I. 研究成果の概要

(1) 認識追跡のリアルタイム化

知的監視システムには高度な認識・追跡アルゴリズムが求められる。今年度は特に、複雑で高度な知的アルゴリズムをリアルタイム化にむけてハードウェア化する技術を追及した。これまでの設計技術では取り扱うことができなかった再帰アルゴリズムに対し、記述法、分析手法、記述変換手法を体系化し、再帰プログラムのハードウェア化を実現した。

(2) 不審人物画像鮮明化

監視カメラシステムによる不審人物画像の解析には一定以上の画質が必要である。その妨げとなる画質劣化の大きな要因のひとつは画像の保存・伝送のための情報圧縮の際の量子化ノイズである。今年度は、適応的 JPEG 方式画像圧縮による量子化ノイズに取り組み、これを低減する適応的フィルタアルゴリズムを開発した。

(3) 3次元画像による認識の高度化

今年度は、犯罪捜査での人物の異同識別に3次元画像を用いる研究を進めた。まず、劣化の激しい監視カメラ画像から身体的特徴の類似度を判定し、異同識別するための身体特徴の3Dモデル化を行った。また、斜め上方向から撮影された監視カメラ画像と別途撮影した3D顔画像のマッチング画像による異同識別手法を提案した。

II. 研究成果の詳細

(1) 認識追跡のリアルタイム化

FPGAによる画像認識システムの実装に向けて、推論の高速化手法を検討した。推論では論理展開が木構造で表現され、その解析には再帰は不可欠なアルゴリズム技法である。我々は複雑なアルゴリズムの実現のため動作記述から回路を生成する高位合成システムを活用しているが、現在の高位合成システムでは再帰を扱うことができない。そこで我々は、再帰プログラムのソースコードをハードウェアにコンパイル可能なコードに変換する手法を提案した。局所変数を配列化して再帰のスタックを実現し、動作（呼出、復帰、分岐、ループ）を解析して状態遷移化し、元のコードの構造を保持したまま体系的に変換できる。

(2) 不審人物画像鮮明化

監視カメラに保存・伝送される際の JPEG 圧縮による劣化画像に取り組んだ。通常のノイズ除去手法では高周波数成分も同時に削減してしまい、ボケが発生してしまう。そこで、まず入力画像を骨格画像とテクスチャ画像に分離し、次にテクスチャ画像に骨格画像の分散値に応じたガウシアンフィルタを適用することで量子化ノイズを低減する。トータルバリエーションを用いたブラインドデコンボリューション法の反復の中でこれらの処理を行うことで、ボケの発生を抑えながら量子化ノイズを低減する。提案手法では、ノイズ (SNR) を 0.5 ~ 1.0 程度軽減した。

(3) 3次元画像による認識の高度化

犯罪捜査においては、劣化の強い画像から人物特徴を抽出しなければいけない場合が往々にしてある。また、2次元画面内の人物画像から3次元形状の人物特徴の類似性を判定しなければならない場合も多い。このような場合、異同識別する人物の身体形状を計測（身長、関節間接間の長さ、身体の太さ等）し、この計測値から「人物の3Dモデル」を作成し、現実の2次元場面内にスーパーインポーズして、画面内人物と3Dモデル間の各関節の位置や身体輪郭のずれを統計的に解析して類似度を定量化する研究である。実際の犯罪現場の画像と被疑者との対応を行い、有効であることを確認した。

防犯カメラに写る人物の撮影角度は非常に限定されている。特に室内の人物の顔の場合は、防犯カメラが天井付近に設置されていることから斜め上からの顔になることが多い。このような防犯カメラ画像に写った人物と、正面顔の写真の人物のマッチングを取ることは原則できない。この課題を解決するため、3Dスキャナーで取得した3D顔画像と、防犯カメラ画像の人物顔

を半自動的にマッチングさせてスーパーインポーズし、両顔画像間の各顔部品（眉毛、眼、鼻、口、顔輪郭等の位置と形）のずれを統計的に解析して類似度を定量化する研究を進めた。防犯カメラ画像3例について、それぞれ、同一人物の3D顔画像と異なる人物の3D顔画像を用いて、スーパーインポーズし、先に述べた統計解析を行って比較対照した結果、3例いずれについても明確な有意差があることが確認できた。

Ⅲ. 今後の研究計画・展開

(1) 認識追跡のリアルタイム化

画像認識システムについては、要素技術であるモジュールをひとつひとつ検討し開発を進めてきている。特徴量抽出、機械学習、推論などの要素技術の研究開発をすすめる。一方で、また、それらを組み合わせたシステム化には至っておらず、既知手法の活用も含めて、システムの統合を見据えた試作用プラットフォームの構築をはかる。

(2) 不審人物画像解析

画像鮮明化について、一定の成果が得られており、今後は主に分析・解析の技術に注力する。特に顔に注目し、顔の各部分や人相などの特徴を解析する手法を検討する。また、引き続き、姿勢推定、歩容解析の技術調査・研究を進め精度向上をはかる。

(3) 3次元画像による認識の高度化

3次元画像について、今年度は、人手によるマッチング、半自動マッチングの手法を開発した。今後は、マッチング手法の高度化をはかるとともに、自動マッチングアルゴリズムの開発をめざす。