

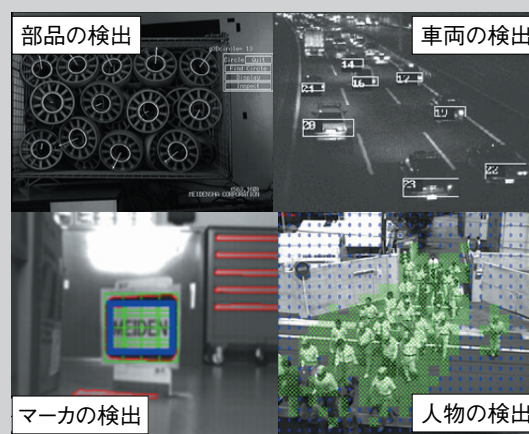
# 画像応用製品を支える対象物検出技術

🔗 画像処理, 対象物検出, モデルベースマッチング, 画像特徴量, 時間相関

\* 藤原伸行 Nobuyuki Fujiwara    \* 松原一隆 Kazutaka Matsubara    \* 庭川 誠 Makoto Niwakawa

## 概要

近年の計算機の性能向上及び低価格化に伴い、産業分野においても画像解析技術が多く取り入れられるようになってきた。当社では長年にわたり画像解析技術の開発に取り組み、様々な画像応用製品を開発し製品化してきた。画像解析技術とは、基データである画像に対して「輪郭線を抽出する」、「明るい部分と暗い部分を切り分ける」、「明るさの変化する方向を求める」などの画像処理を行い、さらに画像処理を施したデータを解析して必要な情報を検出する技術である。画像解析技術の中でも対象物検出技術は応用範囲が広く重要な技術である。当社では、画像から得られる対象物の形状・模様及び画像各部の時系列変化を基に対象物を検出する技術を開発し、画像応用製品に適用している。



対象物検出技術

## 1. ま え が き

近年の計算機の性能向上及び低価格化に伴い、産業分野においても画像解析技術が多く取り入れられるようになってきた。当社では長年にわたり画像解析技術の開発に取り組み、ピンピッキングシステム<sup>①</sup>、架線検測装置<sup>②</sup>、侵入者検知装置<sup>③</sup>などの様々な画像応用製品を開発し、製品化してきた。

ピンピッキングシステムは、カメラで撮影した部品籠の中から対象物を検出し、その三次元的な位置と姿勢を求め、ロボットアームが検出した対象物を取り上げるシステムである。

架線検測装置は、電気車両の屋根上に設置したカメラで撮影した画像を用いて、電気車両に電気を供給する架線の状態を検査する装置である。

侵入者検知装置は、監視カメラの画像を解析して、人物や車両などの侵入物を自動的に検出する

\*製品開発部

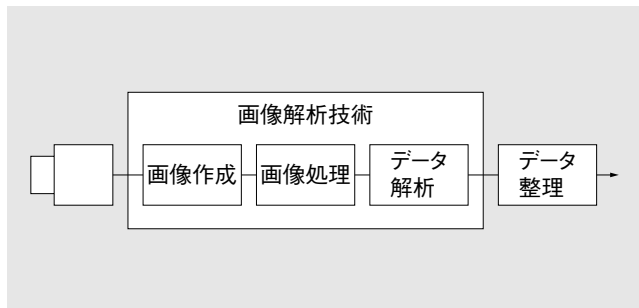
装置である。

本稿では、様々な画像応用製品を支える画像解析技術の中でも特に重要な対象物検出技術について紹介する。

## 2. 対象物検出技術

画像解析技術とは、基データである画像に対して「輪郭線を抽出する」、「明るい部分と暗い部分を切り分ける」、「明るさの変化する方向を求める」などの画像処理を行い、さらに画像処理を施したデータを解析して必要な情報を検出する技術である。第1図に画像解析技術の概要を示す。画像解析技術の中でも、対象物検出技術は応用範囲が広く重要な技術である。

対象物検出技術の中でも検出したい対象が既知であるものを、一般に特定物体認識技術と呼ぶ。つまり、見つけたい部品・シール・構造物などが



第1図 画像解析技術の概要

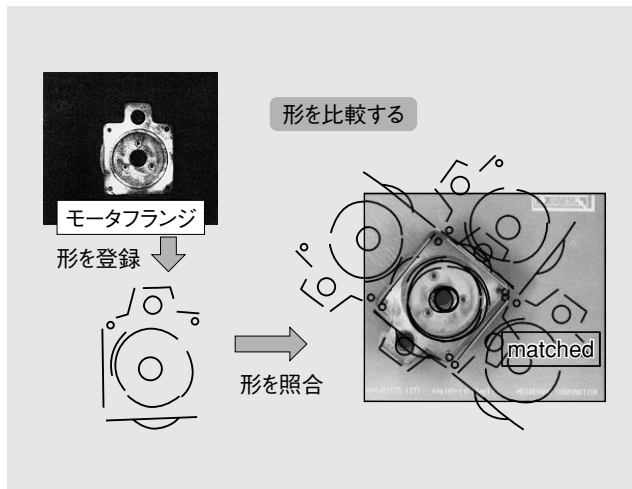
画像解析技術とは、基データである画像に対して画像処理を行い、さらに画像処理を施したデータを解析して必要な情報を検出する技術である。

既に分かっている、それが画像中に有るか否かを判断し、画像中のどこにあるかを検出する技術である。初期の特定物体認識技術は真っ暗に見える穴などを見つけるような単純なものであったが、計算機の性能向上に伴い、画像同士を照合する方法や、画像中から線分・円弧などの形状を一旦抽出して形状を照合する方法が開発され、近年では、模様を数値化した高次元ベクトルデータを基に照合を行うことで、より複雑な既知対象物を検出することが可能である。

これとは別に対象は未知であるが、画像中に入って来た何かを検出する技術がある。この種の対象物検出技術では、画像の通常の状態を覚えておき、画像上で変化のある部分を異物として検出する。最近では異物にあたる部分画像を更に解析し、人物・犬・猫・自動車などのカテゴリに分類する研究が進められている。

### 3. 形状による対象物検出

形状を基に対象物を検出する方法として、モデルベースマッチング法がある。対象物についてあらかじめ撮影しておいた基準画像中から抽出した直線・円弧といった形状データを選択し、画像上における対象物の形状モデルを作製しておく。対象物を検出する際には、入力画像中から同じように形状データを抽出し、対象物の形状モデルと照合する特徴マッチングを行う。第2図にモデルベースマッチング法の処理概要を示す。この方法は対象物の形状を基に照合を行うため、明るさ変動や物体表面上の汚れなどの外乱に強い。基本的に画像上における対象物の見かけの大きさ変動には対応できないが、実験的には10%程度の大き



第2図 モデルベースマッチング法の処理概要

モデルベースマッチング法は、あらかじめ作製した形状モデルと入力画像中から抽出した形状データを比較することで、対象物を検出する方法である。



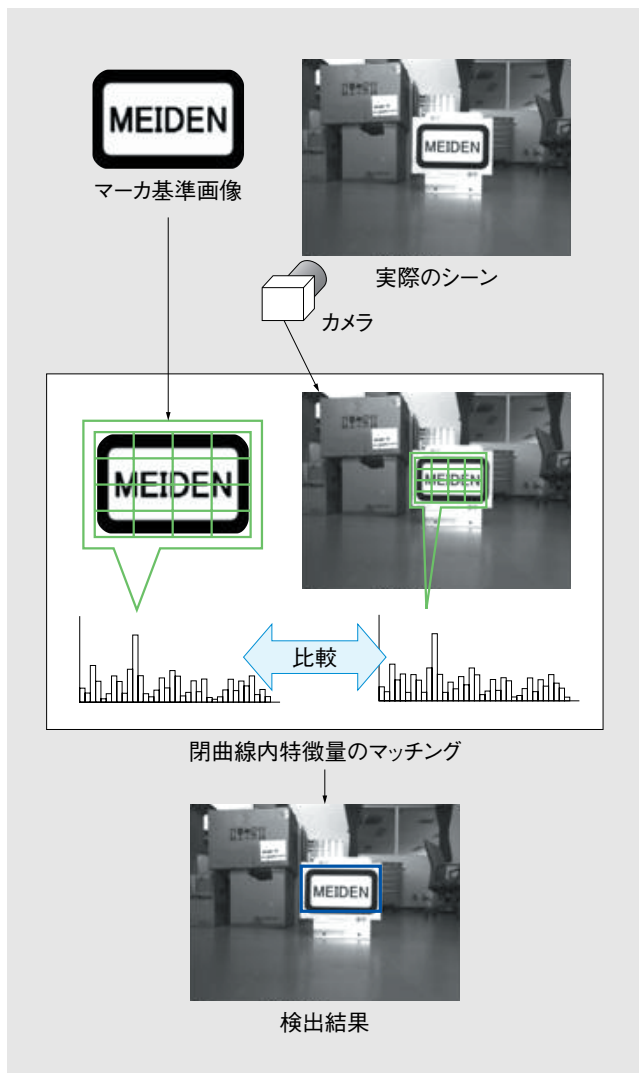
第3図 鋳物部品の検出例

画像上における対象物の形状を基に鋳物部品を検出した。

さ変動ならば問題無く対象物を検出できている。第3図に画像中から鋳物部品を検出した例を示す。

### 4. 模様による対象物検出

マーカとして利用できる物体の多くが何らかの枠で囲まれていることに注目し、閉曲線を利用したマーカ検出方法として閉曲線内特徴量を利用する手法を開発した<sup>(4)</sup>。閉曲線内特徴量とは、画像中から閉曲線を抽出することによって得られる閉曲線の位置と大きさの情報に加え、閉曲線内部の模様から求めた回転方向と模様を数値化した高次元

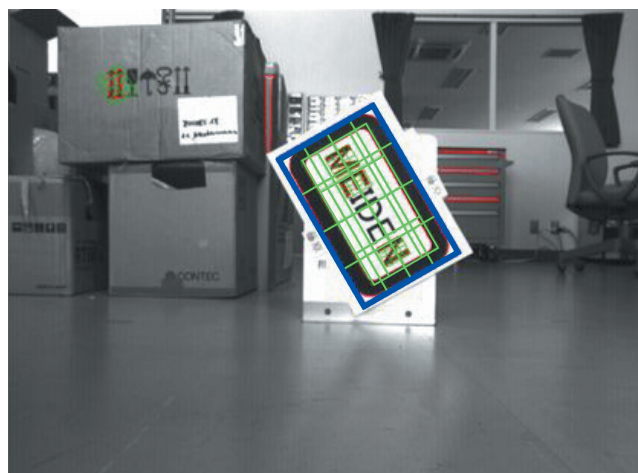


**第4図 閉曲線内特徴量を用いた対象物検出の概要**  
 閉曲線内特徴量とは、閉曲線の位置と大きさの情報に加え、閉曲線内部の模様から求めた回転方向と模様を数値化した高次元ベクトルを持つ画像特徴量である。

ベクトルを持つ画像特徴量である。第4図に閉曲線内特徴量を用いた対象物検出の概要を示す。この閉曲線内特徴量同士の比較は、閉曲線内部の模様を示す高次元ベクトル同士の比較によって行う。また、閉曲線内部の模様を示す高次元ベクトルは、全体の明るさを基に正規化した値を持つ。このため、この画像特徴量を用いると、対象物の大きさ変化・回転変化・明るさ変化に頑健な対象物検出を実現できる。第5図と第6図に閉曲線内特徴量を用いたマーカ検出例を示す。

**5. 時系列変化による対象物検出**

時間的に変化する画像の相関値の時間変化パターンを時間相関と呼び、これを用いて画像の状態判定を行う方法が提案されている<sup>6)</sup>。当社ではこ



**第5図 閉曲線内特徴量を用いたマーカ検出例1**  
 回転変化があるマーカを閉曲線内特徴量により検出した。



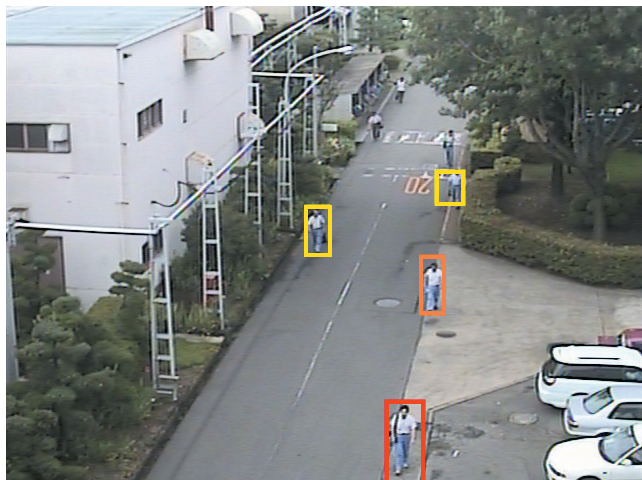
**第6図 閉曲線内特徴量を用いたマーカ検出例2**  
 遠く離れた暗い場所にあるマーカを閉曲線内特徴量により検出した。

れを拡張し、監視カメラから入力した画像を格子状の矩形小領域に分割し、一つ一つの小領域について、背景画像と対応する小領域の部分画像との相関値を一定時間ごとにサンプリングされる画像に対して繰り返し計算し、この変化を記録して得られる相関値の時間変化パターンを基に小領域ごとに変化の有無を判定する方法を提案した<sup>6)</sup>。この方法を用いると、画像上の各部分において未知物体の有無を検出することができる。第7図と第8図に画像上の時系列変化を基に人物を検出した例を示す。

**6. む す び**

当社では、長年にわたり画像解析技術の開発に取り組み、様々な画像応用製品を開発し製品化し





**第7図 通行者検知の例**  
画像上の時系列変化を基に通行者を検出した。



**第8図 夜間広場の不審者検知の例**  
画像上の時系列変化を基に広場の不審者を検出した。

てきた。本稿では、これらの画像応用製品を支える画像解析技術の中でも特に重要な対象物検出技術について紹介した。近年の計算機の性能向上及び低価格化に伴い、産業分野においても画像解析技術が多く取り入れられるようになってきており、画像解析技術の製品適用はますます拡大していくものと思われる。当社では、今後とも画像解析技術の開発に取り組み、世の中に役立つ画像応用製品の実用化に貢献していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《参考文献》

- (1) 恩田, 藤原, 阿部, 森:「三次元円検出による部品位置決めと事前のハンド干渉チェックにより実現した視覚ベースピンピックシステム」, 日本ロボット学会誌, Vol.18, No.7, 2000, pp.93~100
- (2) 庭川, 渡部, 藤原, 木下, 佐藤:「画像処理による総合架線状態検測装置の開発」, SSII2008講演論文集, 2008, pp.IN3-10-1-IN3-10-2
- (3) 藤原, 秋元:「ネットワーク経由の監視カメラ画像から侵入者を検知する監視システムの開発」, 明電時報310号, 2006/No.5, pp.38~42
- (4) 松原, 藤原, 宍道:「閉曲線内特徴量を用いた一般マーカの検出」, SSII2011講演論文集, 2011, pp.IS3-05-1-IS3-05-4
- (5) 長屋, 宮武, 藤田, 伊藤, 上田:「時間相関による背景判定を用いた移動物体検出方法の提案」, 第1回画像センシングシンポジウム講演論文集, 1995, pp.293~298
- (6) 庭川, 藤原, 恩田:「監視カメラ映像から抽出する動きベクトルと局所領域時間相関変化を用いた通用門の出入状態監視」, 電気学会C部門誌, Vol.123, No.7, 2003, pp.1292~1297

《執筆者紹介》



藤原伸行 Nobuyuki Fujiwara  
コンピュータビジョンの研究開発に従事



松原一隆 Kazutaka Matsubara  
コンピュータビジョンの研究開発に従事



庭川 誠 Makoto Niwakawa  
架線検測の製品開発に従事