

ロバストな画像レジストレーション

○金子俊一, 村瀬一朗, イットコン, 五十嵐悟
北海道大学大学院工学研究科
kanekos@coin.eng.hokudai.ac.jp

要旨 フィールドオートメーションのための基礎技術としての画像レジストレーション（位置決め）技術について報告する。増分符号相関は不良照明条件や遮蔽などにロバストな照合法である。併せて学習型のテクスチャ画像認識の手法について述べる。

1. はじめに

野外環境の計測・制御のためのフィールドオートメーション（FA）は、農業・水産業・林業生産および環境保護、地球環境計測、高度交通・物流システム、などの基盤技術として重要性を増しつつある。本報告ではそのための基礎技術としての画像利用技術、特に野外で起こり得る不良条件にもロバストな画像レジストレーションのための手法を中心に述べる。

LADSAT に代表されるリモートセンシング画像の分解能は 30m から 120m であり、地表観測、気象解析などに従来利用されていた。近年の商用衛星によれば、保証値 1m の高分解能画像を得ることができ、移動ステレオ方式による標高計測も予定されている。このような高分解能画像を情報処理技術の対象とするために、画像内の特徴位置の識別・計測技術（レジストレーション）が重要であり、FA が対象とする野外においては、たとえば道路・建造物あるいは海岸線形状をランドマーク（LM）としなければならない。このとき、照明不良、遮蔽などの大きな画質低下を引き起こす不良条件に対する方策が特に重要となる。

一方、GPS（全地球衛星測位システム）における計測分解能は保証値 100m（平均 60m。水平方向）であるが、DGPS（差分 GPS）においては保証値数 m となる。地図情報などを融合して付加価値の高い GIS（地球情報システム）も

長足で推進されている。野外環境の膨大な情報の個別要素に identifier を付与して、システム内の基本データとし有効利用するためにも先の画像応用技術はキー技術となり得る。

2. ロバスト画像照合法

様々な不良条件に対してもロバストな性能が期待できる、増分符号相関（ISC）と呼ぶ画像照合法を開発した[1]。統計学的定式化、特性解析などは先の文献に譲る。これは次式で示される画像にわたる明度の増分傾向の一致度を定量化する照合評価値である。

$$r = \frac{1}{|T|} \sum_{(i,j) \in T} \delta(g_{(i,j+1)}^1 - g_{(i,j)}^1, g_{(i,j+1)}^2 - g_{(i,j)}^2)$$

$$\delta(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } \text{sign}(x) = \text{sign}(y) \\ 0 & \text{if otherwise} \end{cases}$$

ここで、T は画像サイズ、 δ は符号の一致判定関数である。 $0 \leq r \leq 1$ 、無相関画像どうしでは $r = 0.5$ となることが知られている。定義から分かるように、明度値自体には依存しない符号相関であるために、不良照明条件による明度変化に対しては大きなロバスト性をもつ。また、遮蔽の場合には、その部分で 0.5 という定数性をもつことを利用できる（正規化相関や残差 2 乗和などの明度依存型の評価値では、この定数性はない）。さらに、増分符号相関は 2 項分布あるいは正規分布（画像が大きい場合）に従う統計量であることが分かっており、しきい値設定も合

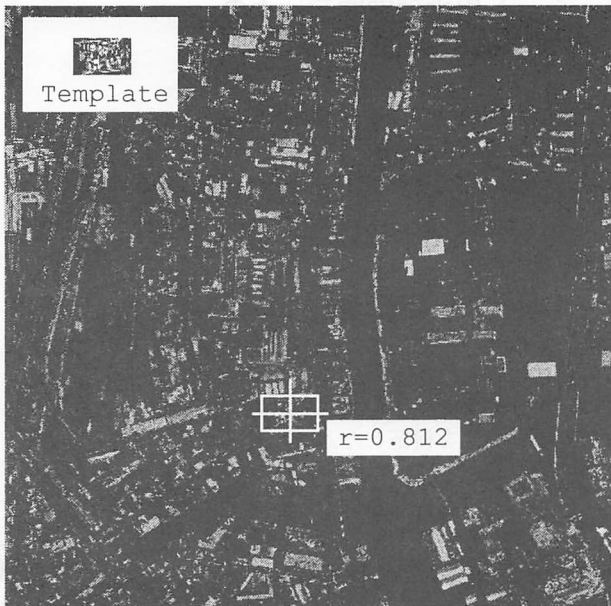


図 1 増分符号相関による画像照合例. 右上: テンプレート画像. □: 照合位置.

理的に行うことが可能である.

図 1 に実験例を示す. 原画像は航空写真に適切な明度変化, ノイズを与えたものである. ランドマーク (体育館) が正確に照合されている.

3. 学習型テクスチャ識別法

FA の応用においては, ランドマークなどのいわゆる定形対象物の照合ではなく, 画像の局所的特性の識別が必要な場合も多いと思われる. 従来はリモートセンシング分野で研究されてきた課題であるが, FA においてはより複合的な識別課題が要求されてくる. たとえば前節の照合法と組み合わせて「森の中の体育館」の探索などという課題が考えられる. 我々は訓練パターンに基づく学習型の新しい認識原理: TFC (Test Feature Classifier) を提案している[2]. 原理の詳しい説明は参考文献に譲る. そこでは, 与えられた特徴空間を部分特徴空間の組み合わせとして新たに捉え直し, 訓練パターンを教師クラスに十分に識別可能であるような部分空間すべてについて, irreducible な特徴量 (prime test) を

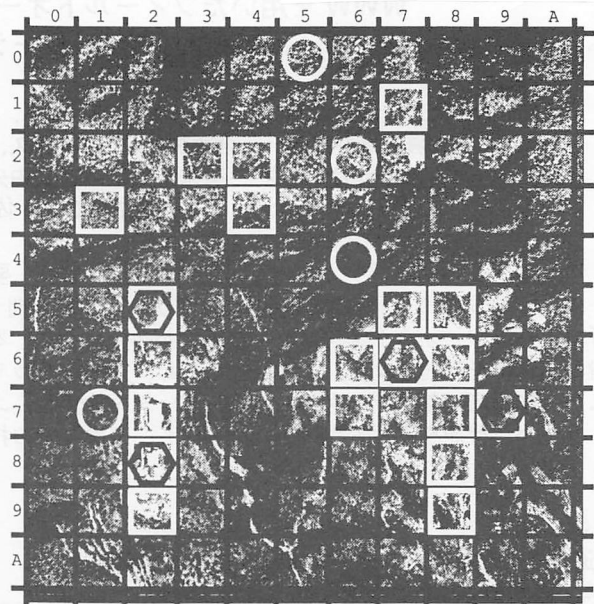


図 2 TFC による画像識別. ○: 森クラス訓練画像, 黒 6 角形: 非-森クラス訓練画像. □: 非-森と判定された画像.

複数抽出する. 個々の prime test を要素的な識別器とみなし, それらを集積して識別を行う. 未知パターンとの prime test 上の部分一致に基づいて各クラスに投票し, 最多得票クラスを選ぶ.

TFC においては, 特徴量を分類して構造化することが可能であること, 訓練パターンの誤認識がないこと (最適といわれる Bayes 識別法などでは訓練パターンの誤認識が起こる), などの特長がある. 図 2 は実験例である. テクスチャ識別のための同時生起行列に基づくランク特徴量[4]を用いた. 「森」と「非-森」の 2 クラスを学習・認識した. 各クラス 4 個ずつ計 8 個の部分画像を訓練パターンとした. 真クラスが不明のため認識率の算出は難しいが, 概ね良好の結果である.

以上, FA のための基礎技術として画像照合・認識技術を紹介した.

参考文献

- [1] 村瀬一朗他: 信学論(投降中), 1999.
- [2] Itqon 他: Proc. QCAV(IEEE), pp.55-62, 1998.