

## 増分符号相関を用いる植生形状の再構成 Reconstruction of Plants Shape using Increment Sign Correction

青島 圭吾† 馬原 德行‡ 大島 正毅†  
Keigo AOSHIMA Tokuyuki MAHARA Masaki OSHIMA

### 1. はじめに

近年、自立移動ロボットに視覚機能をもたせようとする研究が盛んに行われている。環境内に存在する物体の形状を画像計測により実現することは、自立移動ロボットの視覚システムで必要不可欠な要素技術である。

本稿では、図1のような屋外環境に存在する公園や歩道などでよく見られる同じ形・色を多数持つ植生を対象にし、ステレオカメラを用いて得られた2枚の画像間で対応点を決定し、対象植生までの距離情報を取得し、得られた奥行き情報から奥行きを濃淡値で表す距離画像をとして表示し、重なり合う植生を領域に分割することを目標とする。しかし、本稿で対象とする植生は同じ形・色をした葉を多数持っているために、画像上では類似した特徴が多く、近辺の点と区別が付き難く、2枚の画像間で対応点を決定する事が困難である。

植生のような複雑な特徴を持つ対象について、2枚の画像間で対応点探索を行う場合には、正対応と誤対応を判別させることが重要である。2枚の画像から同じサイズを切り出し、その濃淡値をベクトルとみなしたときの正規化内積が類似度を評価する値として用いた場合、本稿で対象とする植生の濃淡値は、同種の植生上では大きく変化しない[1]。そのことにより、対応点の決定の信頼性が低くなると考えられる。そこで本稿では対応点の決定をよりロバストなものにするために画素の濃淡値の近傍明度を統計的にとらえ、評価値を求める増分符号相関を用いる[2]。

増分符号相関は、濃度値の増加傾向を評価値にするので、本稿で対象とするような植生のように濃淡値が大きく変化しないものでも適用できると考えた。

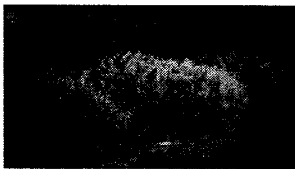


図1. 対象とする植生

### 2. 増分符号相関と正規化内積の比較

対象とする植生の画像上での性質を明らかにするため左画像から着目点を決め、テンプレートとなる範囲の画像を切り出し、単一画像上で横1ライン走査し、相関値を調べる自己相関を行う。

本稿では増分符号相関の有効性を示すため正規化相関と増分符号相関の比較を行う。正規化相関とは、左画像の濃淡値と右画像の濃淡値のベクトルの内積を類似度の評価値にするものである。また増分符号相関とは、濃淡画像において、近傍明度の増分傾向を統計的に捉えるものである。

まず、左画像  $G$  及び右画像  $G'$  をはじめに増分符号化処理

を行う。

$$b(x,y) = \begin{cases} 1 & (\text{if } g(x+1,y) \geq g(x,y)) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (1)$$

上式で2値画像に変換し、2枚の画像のテンプレート画像間増分符号相関  $E_{isc}$  を正規化相関と同様にして着目点を決め、テンプレートとなる範囲の画像を切り出し、双方のビット列の“1”ビット同士及び“0”ビット同士の一致の割合である評価値つまり相関値を次式で求める。

$$E_{isl} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \{b_n b'_n + (1-b_n)(1-b'_n)\} \quad (2)$$

以上を単一画像上で横1ライン走査し、相関値を調べる。正規化相関及び増分符号相関で同じ着目点またテンプレート画像のサイズを横 30(Pixel) × 縦 30(Pixel)にし、対象となる植生に対して、自己相関をとった結果を図2、3に示す。横軸に  $x$  座標、縦軸に相関値をとり、着目点の座標を(350, 100)とする。

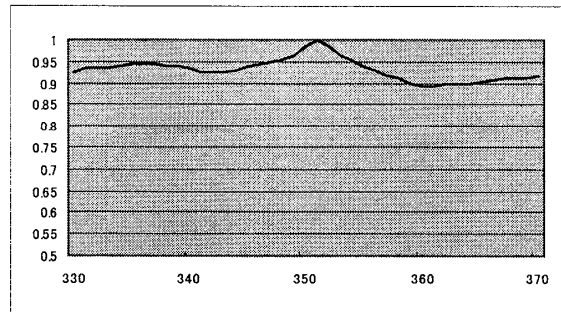
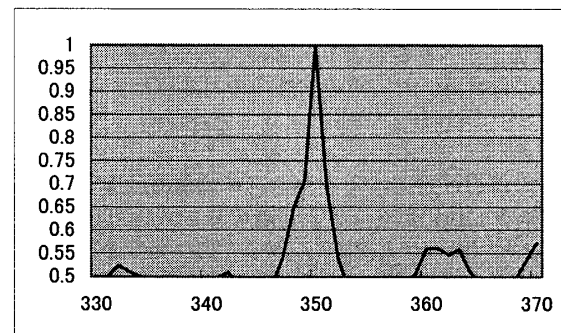


図2. 正規化相関による自己相関

図3. 増分符号相関による自己相関



† (株) 岡村製作所

‡ 東京商船大学

正規化相関を用いた自己相関では着目点では相関値が 1.0 になるが、着目点以外の点でも相関値が高く、また偽の相関値のピークが見られた。増分符号相関を用いた自己相関では着目点で相関値は 1.0 になり、その他の点よりも相関値のピークが際立っている。着目点の独自性が強くなり、2 枚の画像間での対応点の決定が行いやすくなるということが出来る。同様に着目点を変えても同じ結果が得られた。

### 3. 増分符号相関による相互相関の結果

増分符号相関を用いて左画像の着目点からテンプレートとなる画像を切り出し、テンプレート画像を右画像で左画像と同じ y 座標の横 1 ラインを走査し、相関値をとる相互相関を行った場合、テンプレート画像のサイズは小さいサイズの場合、偽りの相関値のピークが多数存在し、誤対応を起す可能性が高くなる。またテンプレート画像のサイズが大きい場合には偽りの相関値のピークが減り、相関値のピークが際立っていく。このことは着目点の独自性が強くなり、2 枚の画像間での対応点を決定する際の信頼性が増すと言える。しかし、大きすぎると広範囲の特徴を利用することにより、視点移動による見え方の変化を受け易くなる。そこで確実に正しい対応点決定を行うためには、対応点決定に対する信頼性を保ちながら、極力小さいテンプレート画像のサイズで対応点を探索を行う必要がある。このことより本稿では、テンプレート画像のサイズを横 30 (Pixel) × 縦 30 (Pixel) にする。図 4 では左画像の着目点の座標を (400, 140) に設定し、増分符号相関を用いた相互相関の結果を示す。横軸に右画像の x 座標、縦軸に相関値をとる。

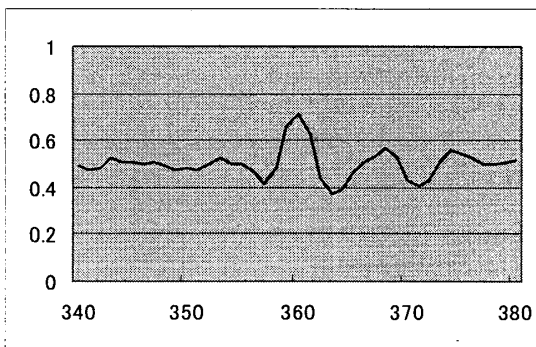


図 4 増分符号相関による相互相関

増分符号相関を用いた相互相関で相関の最大値においてピークが際立っていることより、相関値の最大値をとる座標を左画像の着目点に対応する右画像の対応点とする。

### 4. 距離画像

前章で取得した対応する点から三角測量の原理より奥行きを画像全体に取得し、奥行きを最小値を 1000 [mm]、最大値を 8000 [mm] とし、手前の点ほど白い画素として表現した 256 階調の距離画像として出力した結果を図 5 に示す。図 5 の距離画像よりまた奥行きが遠くなるにつれて、距離画像の状態が白色から黒色に変化していく様子が得られる。

このことより、対象とする植生の 2 枚の画像間で対応点を決定することができ、植生について距離データを取得する

ことができたと言える。

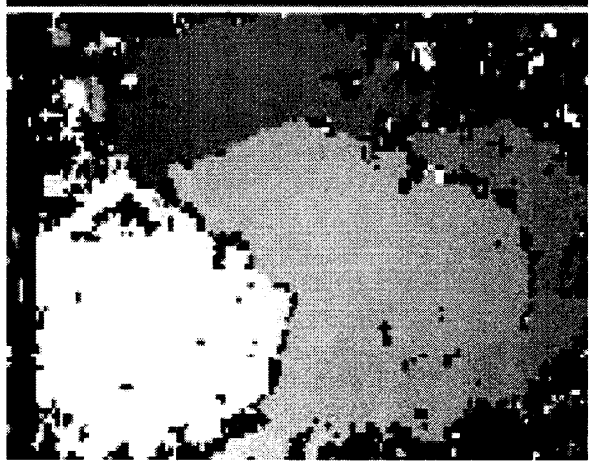


図 5 距離画像

### 5. 領域分割

本稿では距離画像における濃淡値を閾値として、閾値を越えない範囲について最小のラベルと同じラベルをつけ、連結する画素について同じラベルをつけ、また同じ閾値を越える場合には、新しいラベルをつけ、走査を繰り返してラベリング処理を行った。その結果それぞれのラベル毎に違う色をつけ、領域を色によって区別した。

### 6. むすび

本稿では屋外環境に存在する公園や歩道などでよく見られる同じ形・色を多数持つ植生を対象にし、ステレオカメラを用いて得られた 2 枚の画像間で対応点を決定する際に、対応点の決定をよりロバストなものにするために画素の濃淡値の近傍明度を統計的にとらえ、相関値を求める増分符号相関を用いた。増分符号相関による相互相関より 2 枚の画像間において対応する点を探索・決定し、その求めた対応点より三角測量の原理より三次元データを取得した。そして、その距離データを使い、手前の点ほど白い画素と表現した 256 階調の距離画像として出力した。また、出力した距離画像の濃度値を閾値に設定して、ラベリング処理を行い重なり合う植生の領域分割を行った領域分けは、植生の分布とよく一致する妥当な結果が得られた。このことは、自然物を対象とするビジョン研究には一歩前進になると思われる。

しかし、自然物には多種多様に存在しているため、自然物に関するビジョン研究では色々な対象に対応しなければならない。今後の課題として、様々なものを対象とした実験データを増やすとこが挙げられる。

#### 参考文献

- [1] 武田 浩志, 全 へい東, 大島 正毅: “植生形状再認識のためのステレオマッチング”, 第 26 回画像工学フアイレンス, 東京, 1995
- [2] 村瀬 一郎, 金子 俊一, 五十嵐 悟: “増分符号相関によるロバスト画像照合”, 電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J83-D-II no. 5 pp1323-1331