

色彩情報にもとづくステレオ対応点探索

5G-2

大形 英男 奥田 彰彦 岡田 至弘

龍谷大学理工学研究科

1 はじめに

ステレオ対応点探索に色彩情報を持つステレオ画像を用いる場合、濃淡情報を用いた場合に比べ情報量が多く、対応する点を求めやすくなる。しかし、実際には物体の光の反射特性や、左右のカメラの特性の違いなどにより、左右の画像間で対応する点の色は微妙に異なることが多い。そのため正確な対応点を求めることは難しい。

図1に処理の流れを示す。ここでは、精度の高いステレオ対応点探索手法の確立および処理コストの軽減を目的として、処理対象となるステレオ原画像に対して、色彩情報の量子化を行う。色彩情報の量子化は左右の画像間で対応する点が同一の色になるように、画像内の色の分布状況を調べて色数を必要な数に減らす処理である。量子化した画像に対して領域分割を行い、領域ごとに左右の画像間で対応関係を求める。

この手法では効率良くステレオ対応領域を求められる反面、対応領域は単一の視差で求められているため、正確な奥行き情報は求められない。そこで、対応領域内部の視差を相関法を用いて詳細に求める。

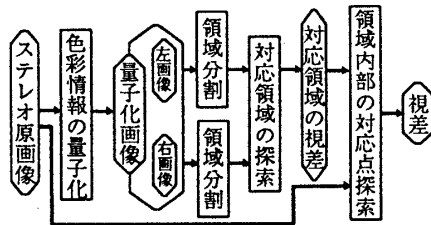


図1: 処理の流れ

2 色彩情報の量子化

ステレオ対応領域を正確に求めるためには、左右の画像で同一色になるように量子化する必要がある。そのため、量子化の際のしきい値は左右の画像で同一にする必要がある。以下に述べる色彩情報の量子化の処理の流れは、左右の画像で同様の処理を行う。

まず、色彩情報をRGB色空間からHSV色空間に変換する^[1]。ここでHSV色空間を使用するのは、色の違いを色相の1次元で表すことができるためである。ただし、灰色などの無彩色は、比較的画像中

に現われる確率が高いが、色相では表現できないため、有彩色とは別の処理を行う。

無彩色の判別は彩度をS、強度をVとおき、次の条件を用いる。

1. $S \leq 0.20$ または $V \leq 0.30$
2. $S \leq 0.40$ かつ $V \leq 0.40$

ここで、SとVの範囲は、 $0.0 \leq S \leq 1.0, 0.0 \leq V \leq 1.0$ である。

次に、有彩色に対して注目画素 (x, y) と、その周囲の8つの画素 (x_i, y_i) とのHSV色空間上での距離（以下色相間距離と呼ぶ） $d_i(x, y)$ を、式(1)を用いて求める。

$$d_i(x, y) = 2 \sin \left| \frac{H(x, y) - H(x_i, y_i)}{2} \right| \quad (1)$$

ここで、画素 (x, y) の色相を $H(x, y)$ 、画素 (x_i, y_i) の色相を $H(x_i, y_i)$ とする。 $H(x, y), H(x_i, y_i)$ の範囲は $0^\circ \leq H(x, y) < 360^\circ, 0^\circ \leq H(x_i, y_i) < 360^\circ$ である。また、 $S = 1.0, V = 1.0$ とする。

$d_i(x, y)$ を求めれば、その分散 σ^2 （以下色相変化量と呼ぶ）は、式(2)によって求められる。

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^8 (d_i(x, y) - \overline{d(x, y)})^2}{8} \quad (2)$$

ここで $d_i(x, y)$ の平均値を $\overline{d(x, y)}$ とする。

そして、各色相に対する色相変化量の平均値を求める。色相 h における色相変化量の平均を $\overline{\sigma^2(h)}$ とし、以下の条件をみたす色相を色彩情報を量子化する際のしきい値とする（図3を参照）。

$$\overline{\sigma^2(h-1)} < \overline{\sigma^2(h)} \quad \text{かつ} \quad \overline{\sigma^2(h)} > \overline{\sigma^2(h+1)}$$

一方無彩色は、注目画素 (x, y) とその周囲の画素 (x_i, y_i) との強度軸上の距離 $d_i(x, y)$ （以下強度間距離と呼ぶ）を式(3)によって求める。

$$d_i(x, y) = (v(x, y) - v(x_i, y_i))^2 \quad (3)$$

その他の処理は、有彩色の場合と同様の処理をする。

有彩色と無彩色について、得られたしきい値を基に色彩情報の量子化を行う。量子化は、2つのしきい値の間で最も多く存在する色相を代表色とする。

Binocular Stereo Correspondence Using Chromatic Information

Hideo OHGATA, Akihiko OKUDA and Yoshihiro OKADA
Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University

1-5 Yokotani, Seta, Otsu, Shiga, 520-21, Japan

3 ステレオ対応領域の探索

色彩情報を量子化した画像に対して、領域分割を行う。領域分割の際、面積の小さな領域が数多く生成される。これらは複雑な模様の一部とみなし、最も多く境界を接する領域に統合する。この時、統合する領域との色の違いは無視する。

ステレオ対応領域を求めるには、エビポーラ拘束と領域の色彩情報の他に、領域の形状の類似度を利用する。しかし、左右の画像間で対応する領域の形状は異なる場合が多いため、形状の類似度を対応領域を求める際の基準にはできない。そこで、領域の一致度を求めることで対応領域を決定する。

まず、ステレオ対応領域の候補を色彩情報を用いて選び、それぞれの領域の重心が重なるように領域を合わせる。この時、重ならなかった部分の画素数を求め一致度とする。一致度が最小となる領域をステレオ対応領域とする。

最後に、対応領域の重心の画素中の位置の違いを視差として算出する。

4 領域内の対応点探索

領域ごとの対応では、領域の視差を重心位置の違いのみで表しているため、領域内部の奥行きの変化はわからない。そこで、相関法を用いて領域内部の奥行きの変化を詳細に求める。

相関法はステレオ原画像の右側画像の注目画素と、その周囲の画素をウィンドウとして取りだし、左側画像の中から最も濃度の分布の似ている点を対応点とする。左画像のウィンドウの濃度を L 、右画像のウィンドウの濃度を R とすると、相関値 C は式 (4) のようになる。

$$C = \int_0^n \int_0^m \{L(s, t) - R(s + d, t)\}^2 ds dt \quad (4)$$

ここで、 s, t はウィンドウ内の点をさす。ウィンドウの大きさは $m \times n$ である。 C が最小となる時の d を対応する点の視差とする。

面の傾きを正確に求めるために、非矩形ウィンドウを用いる^[2]。この方法は、消失点を基準としたウィンドウを生成することで、左右で異なる形状の対応点も求めることができる。

5 実験結果

本研究の実験に用いた画像を図 2 に示す。

手前には円錐、奥には球をテーブルの上に置いたステレオ画像である。大きさは 320×240 画素で 24bit カラーの画像である。

まず、色彩情報を量子化するために、有彩色と無彩色のしきい値を算出した結果を図 3 に示す。グラフは色相 H を横軸、画像中の色相が H の画素の、色相変化量の平均値を縦軸に取る。色相変化量の平均の大きい色相は領域の境界の部分にあり、平均の低

い色相は領域の内部を構成する色である。従って、グラフの極大値を求めてその色相をしきい値とする事により色彩情報を量子化できる。グラフを見ると、極大値で正しくしきい値 (図の点線部) が得られていることがわかる。

次に量子化した画像によって、対応領域を求めた結果を図 4 に示す。明度の高い方が手前で、低い方が奥の距離画像である。対応領域は正確に求められているが、テーブルの奥行きの変化は求められていない。

図 5 は、領域内部の視差を求めた結果の距離画像である。テーブルの奥行きは画面奥の方へ向かってなめらかに変化していることがわかる。以上より、色彩情報を量子化し、領域ごとにステレオ対応点を求め、さらに相関法により領域内部の視差を詳細に求める手法の有効性を示した。

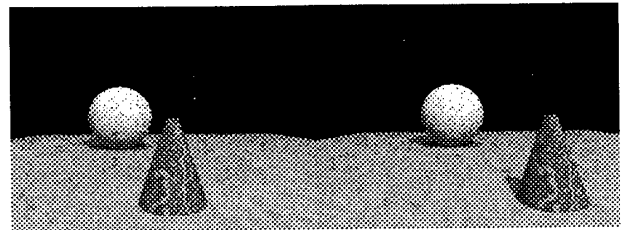


図 2: 原画像

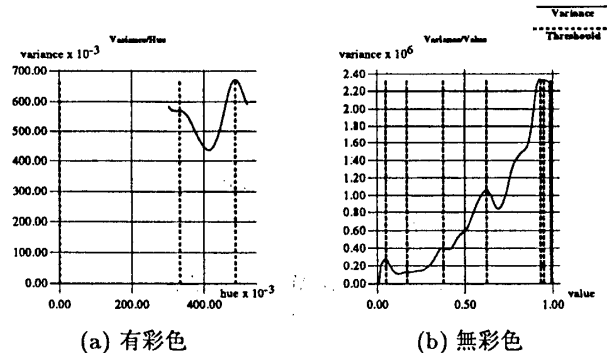


図 3: しきい値の計算結果のグラフ



図 4: 領域ごとの探索結果

図 5: 領域内の探索結果

参考文献

- [1] 松尾, 梅田:濃淡および色情報による情景画像からの文字列抽出, 信学技報, PRU92-121, 1993-01
- [2] 大形, 岡田:非矩形ウィンドウによるステレオ対応法, CV 研報, CV92-13, 1995-01