

距離階層に基づく領域の対応付け

4D-7

陳 弋龍 中谷 広正

静岡大学

1. はじめに

ステレオマッチングの対応率を向上させるために、線分特徴の幾何関係構造を用いる手法の提案がある[1-4]。我々は、線分よりさらに大局的な特徴として領域に着目し、領域の幾何位置関係に基づくカラー画像ステレオマッチングについて考察した[5]。ここでは、領域を節点、領域間の幾何位置関係を枝とするグラフ表現を用い、二つのグラフの比較を部分的に行い、領域の対応付けを行った。しかし、グラフを部分的に比較したため、誤った領域分割が、他の領域の対応付けに悪影響を与えることがあった。

今回、これを軽減するために、領域を、各領域からの距離で階層化し、同じ距離の左右の領域間で重み付き2部グラフ・マッチングを行い類似度を求めた。この手法について、積木のカラーシーンに対する実験結果とともに報告する。

2. 領域距離階層表現

左右のカラー画像について領域分割を行う(図1)。次に、領域から領域への経路のうち、通過する領域数の最小を領域間の距離として、各領域 a^i について、その領域からの距離 d で他の領域を分割する:

$$H^i = \{A^i_0, A^i_1, A^i_2, \dots\}$$

ただし、 $A^i_0 = \{a^i\}$ であり、一般には、一つの距離 d で定まる類には複数の領域が存在する:

$$A^i_d = \{a^i_{d1}, a^i_{d2}, a^i_{d3}, \dots\}$$

図1の各領域の距離階層を、図2に示す。上下方向が距離を表し、横方向にその距離にある領域が表されている。

3. 領域距離階層の類似度

まず、左右の画像から取り出した二つの領域距離階層を H^l と H^r としたときの、 H^l と H^r との類似度を定義する。つぎに、その類似度を用いて領域の対応付けを行う。

3.1 領域間の類似度

領域の色ベクトルを R, G, B 、面積を S 、重心位置を (X, Y) とする。ここでは、領域 a^l と領域 a^r との類似度

を、領域間の色類似度:

$$C_{lr} = ((R_l - R_r)^2 + (G_l - G_r)^2 + (B_l - B_r)^2)^{1/2} / 256\sqrt{3}$$

とした。ただし、次の3条件を満たさない領域間の類似度は0とした。

$$\text{位置拘束: } X_l > X_r, \quad |Y_l - Y_r| < \theta_y$$

$$\text{面積拘束: } S_l / S_r < \theta_s$$

$$\text{色類似度: } C_{lr} < \theta_c$$

ただし、 $\theta_y, \theta_s, \theta_c$ は閾値であり、実験では $\theta_y = 1.5$ 、 $\theta_s = 2$ 、 $\theta_c = 0.3$ とした。

3.2 同距離にある類の間の類似度

H^l の第 d 類 A^l_d と、 H^r の第 d 類 A^r_d との間の類似度 M^{lr}_d を、 H^l の第 d 層とある領域 $\{a^l_{d1}, a^l_{d2}, a^l_{d3}, \dots\}$ と、 H^r の第 d 層にある領域 $\{a^r_{d1}, a^r_{d2}, a^r_{d3}, \dots\}$ との間の2部グラフの最大マッチング[6]の重みの和として求めた(図3)。重みとしては3.1の領域間類似度を用いた。

3.3 階層間の類似度

H^l と H^r との類似度 M^{lr} を、3.2で示したの類似度の和、すなわち、

$$M^{lr} = \sum_d M^{lr}_d \quad \text{とした求めた。}$$

3.4 領域の対応決定

領域 a^l に対して、最大の類似度を与える、すなわち、 $M^{lr} = \max_R (M^{lr}_R)$ かつ $M^{lr} \neq 0$ となる領域 a^r と対応付ける。

4. 実験

図1で示す領域分割結果を用いて、面積が100画素以上の領域について本手法で対応付けした結果が、図4である。左画像34領域、右画像30領域のうち対応付けられたものは22領域である。そのうち正しい対応付けが得られたものは19領域である。図では対応付けられた領域を網掛けで示し、その中で正しい対応が得られた領域は濃く示してある。

5. まとめ

領域分割の結果、領域と領域とが1対1で対応付けられる場合には、本手法はうまく働くことがわかったが、オクルージョンや、誤った領域分割の影響による1対多対応などについても対処できるようにするためには、さらに、階層レベル上での、領域の類似度による領域の併合などが必要になってくる。これらは今後の課題である。

参考文献

[1] N. M. Nasrabadi, "Stereo Vision Correspondence Using a Multichannel Graph Matching Technique"

- IEEE conf. of Robotics Automation, pp. 1804-1809, 1988
 [2] 富田ら, "ステレオ画像の境界線表現に基づく対応", 信学論, vol. J71-D, No. 6, pp. 1074-1082, 1988.
 [3] 巽ら, "曲線を考慮した線構造に基づいたステレオ画像法", 信学論, vol. J71-D, No. 11, pp. 2327-2334, 1988.
 [4] 福永ら, "エッジ画像グラフを用いた画像の対応", 信学論, vol. J73-D-II, No. 9, pp. 1512-1519, 1990.
 [5] 陳, 中谷 "領域構造に基づいたカラー画像ステレオマッチング" 平元電気関係東海連大, p. 646, 1989.
 [6] 例えば, 大山, アルゴリズム, 6章, 丸善, 1989.

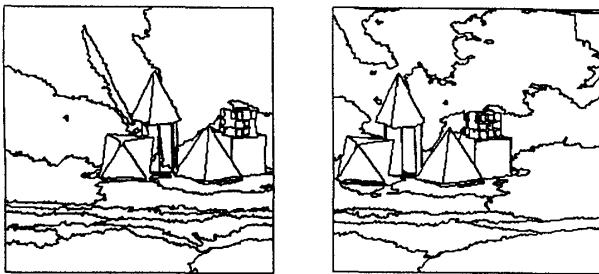


図1 領域分割

L	A^i_0	1	
	A^i_1	4, 9, 16, 33, 43, 50	
	A^i_2	6, 38, 28, 59, 30, 44, 74	
	A^i_3	2, 46, 58, 52, 61, 94	
	A^i_4	56, 62, 64, 99, 100, 101	
	A^i_5	3, 55, 105, 106	
	A^i_6	107, 109	
	A^i_7	111, 112	
	A^i_8		
R	A^i_0	1	
	A^i_1	2, 16, 18, 23, 57, 82	
	A^i_2	9, 21, 27, 31, 53, 59, 78, 86, 88	
	A^i_3	77, 85, 66, 69, 102, 106, 123	
	A^i_4	134, 135, 74	
	A^i_5	133, 136, 137	
	A^i_6	138	
	A^i_7		

数値は領域番号である。

図2 領域距離階層

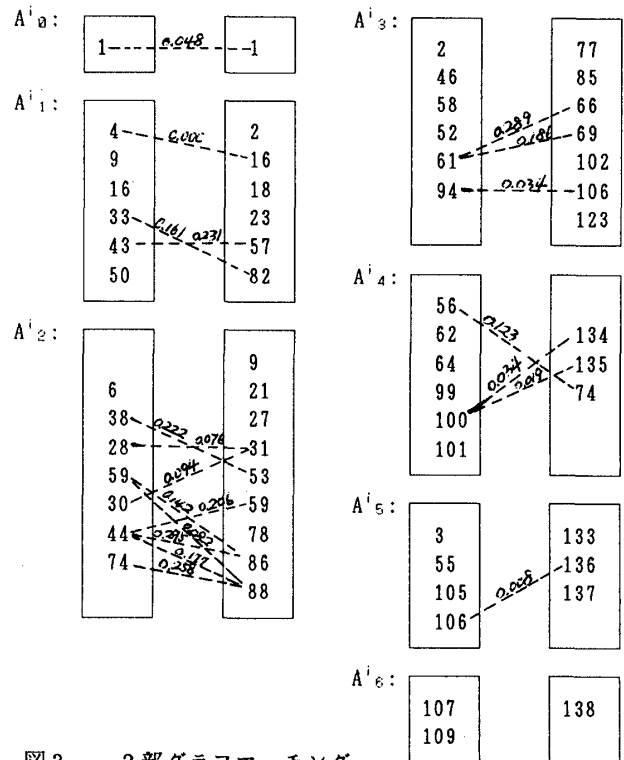


図3 2部グラフマッチング

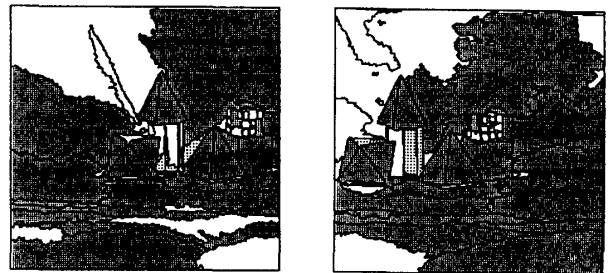


図4 領域対応づけ結果