

2C-5 コントラストとエッジ方向を考慮した 段階的ステレオ対応付け

山口 証、中山 収文、上町 新也、白井 良明、浅田 稔

大阪大学工学部電子制御機械工学科

1. はじめに

特徴ベースのステレオ対応付けアルゴリズムは、対応をとる部分領域の単位が小さいので、精度が高くなる反面、大局的な特徴を利用することができず、誤対応が生じ易い。そのため、局所的なウィンドウ内でヒストグラムをとる方法が考案されたが、誤対応も含めて多くの対応をとるので、ヒストグラムのピークがはっきりしない場合がある。

本実験では、1)対応点間のコントラスト差及びエッジ方向差の利用、2)コントラストの強いエッジから弱いエッジへの段階的繰り返し、および3)ウィンドウ内での段階的対応付け、によって対応付けの向上をはかった。

2. 段階的手法

まず、特徴点として、ラプラシアン・ガウシアンオペレータ ($\sigma=1.5$) を原画像に作用させた後、ゼロ交差点 (ZC点) を取り出す [2]。さらに各ZC点は、グラディエント・ガウシアンフィルタ、方向追跡によりそれぞれコントラストとエッジ方向を得て、データとして保持する。

次に、画像上にウィンドウと呼ばれる長方形の小領域を設定する。ウィンドウ内で、一定の基準を満たす左ZC点に対して、右ZC点の中からコントラスト差、エッジ方向差がしきい値以内の点を候補点として選び、視差のヒストグラム (ローカル・ディスパリティ・ヒストグラム: LDH) をとる [1]。LDHを評価してウィンドウの視差を決定し、それをもとに対応点を求める (詳細は後述)。

左ZC点を選ぶ基準として、その点のコントラストを考える。一般に、コントラストの値が大きいエッジほど強いエッジであり、正確な対応が取り易い。そこで、左ZC点をコントラストの強いエッジから弱いエッジまで段階的に分類する。まず強いコントラストのエッジに対してウィンドウを左上から右下へ

順次移動させてマッチングを行い、つぎにより弱いコントラストのエッジを含めてマッチングを行うという処理を繰り返し実行する。強いエッジに対して得られた対応結果は信頼性が高いので、より弱いエッジの対応付けに利用すべきである。そのため、前の段階までで既に求まった対応点は、その視差のみをLDHに加算する。さらに同一段階内で対応を決定する場合も、後述するように信頼性のある対応付けを優先し、繰り返しを行うことによって、正確な対応点をより多く求めることを試みている。

3. ヒストグラムの評価

ウィンドウ内で求めたLDHから、そのウィンドウでの視差を決定する。視差決定の際、ピークのはっきりしないヒストグラムによる誤対応を除去するために、以下の評価基準を設け、それらをすべて満足した場合にのみ視差を決定する。

まず始めに、ウィンドウ内に含まれる全ピクセル数に対するヒストグラムの全頻度の割合がしきい値以下のものは評価しない。次に、ヒストグラムの全頻度とピークにおける頻度の割合がしきい値以下のものは除去する。最後に、もしピークが複数存在した場合、第1ピークと第2ピークの頻度の割合がしきい値を越えれば、第1ピークにおける視差をもってウィンドウの視差と決定する。

ここで、エピポーラ条件が正しく満たされていない画像や量子化誤差にも対応できるように、エピポーラ線とその上下1ピクセルの線を探査する。このことにより、斜めの線は、上下のずれが左右のずれになるため、決定すべき視差が2ないし3ピクセルの幅を持つことが考えられる。そこで、得られた最大ピークに対し、その左右1ピクセルのヒストグラムの頻度を調べ、もし最大ピークの95%以上ならば、決定する視差に幅をもたせることにした。

A Hierarchical Stereo Correspondence with Contrast and Edge Orientation

Akashi YAMAGUCHI, Osahumi NAKAYAMA, Shin-ya UEMACHI, Yoshiaki SHIRAI, Minoru ASADA
Osaka University

4. 対応点の決定

ウィンドウで決定された視差から、左ZC点に対する右対応点を決定する。右画像上で、エッジ線とその上下1ピクセルの線上において、次の3つの処理を用いる。

[1] ウィンドウで決定された視差の位置で、唯一点があれば対応点とする。

[2] ウィンドウで決定された視差の位置に点が複数個あれば、その中でコントラストとエッジ方向の最も類似した点を対応付ける。そのために、次のような評価関数を定義し、それを最小にする点を選ぶ。

$$E = c_1 |cont^L(x+d, y) - cont^R(x, y)|$$

$$+ c_2 |\theta^L(x+d, y) - \theta^R(x, y)|$$

$cont(x, y)$: 点 (x, y) でのコントラスト

$\theta(x, y)$: 点 (x, y) でのエッジ方向

[3] ウィンドウで決定された視差の位置に点が存在しなければ、その左右1ピクセルを探索し、存在する点の中で上の評価関数を最小にする点を選ぶ。

まず、[1]の処理をウィンドウ内の全ての点について繰り返し施す。処理対象がなくなったら、つぎに[2]の処理をウィンドウ内に処理対象がなくなるまで繰り返す。[3]の処理も同様に行う。

ただし、ヒストグラム評価時に、ピークの左右も含めて視差に幅をもたせた場合は、対応点探索時の視差の位置も同じ幅を持つ。

5. 実験結果

今回実験に用いた画像(256x240画素,各点8bit)を図1に示す。図1の画像に対し対応付けを行った結果を図2に示す。図2(a)は、左右のコントラスト差のしきい値はなく、いっさいの繰り返しを行わなかった場合、図2(b)はコントラスト差のしきい値が30以内で繰り返しを行わなかった場合、図2(c)はコントラスト差のしきい値が30以内で5段階の繰り返しを行った場合である。(a)~(c)はいずれも方向差60度以内のものをとっている。図2(d)は(c)と同様のパラメータで、方向差のしきい値をはずしたものである。コントラストによる段階的繰り返しが多く点の対応をとることができるのがわかるが、正解率にも向上がみられた。

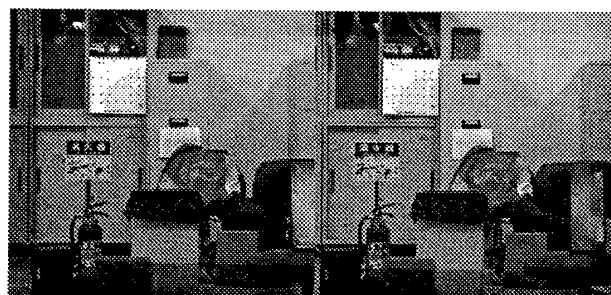
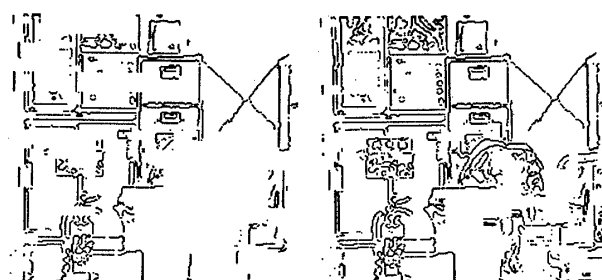


図1. ステレオ原画像



(a)

(b)



(c)

(d)

図2. 対応付け結果(左画像)

6. おわりに

従来のLDH法では対応付けが困難だった垂直エッジの繰り返しや水平エッジなどにも、周囲の視差を利用することで、確からしい対応付けを行うことができた。

参考文献

- [1]西元、白井、多重分解能での視差のヒストグラムを用いた特徴ベース法の両眼立体視モデル、日本ロボット学会誌4-6
- [2]Marr and Poggio, A Computational Theory of Human Stereo Vision, Proc. Royal Society Vol.B204
- [3]白井、館、画像処理とパターン計測技術、朝倉書店
- [4]shirai, Three Dimensional Computer Vision, Springer-Verlag