

位相を用いたランダム・ドット・ステレオグラムと
実ステレオ画像の両眼視差検出

2M-4

†桑原 智 †林部 敬吉 †杉山 岳弘

†静岡大学 大学院理工学研究科 †静岡大学 情報学部

1 はじめに

ステレオ画像から両眼視差を検出する方法は、視差検出を画像から直接求めることができるので、コンピュータ・ビジョンなど広範囲の応用が期待される。そのため数多くの研究がなされ、さまざまなアプローチが考えられて来た。しかし従来の視差検出アプローチの主な手法は、どのような特徴点を選び出し、どう特徴点を対応付けるかという問題点に帰着していた。それに対し、各画像における局所的な輝度変化の位相差から視差を求める方法が緒方によって提案された[1]。この手法は、特徴点マッチングのように特徴点を決める必要は無く、また、位相差から直接視差を求めるため、画像のいたるところで視差を求めることができる。しかし、この手法をそのまま実画像へ適用するとうまく視差を検出することができない。そこで、本研究では、この手法を実画像へ適用できるようにするため、得られた視差に対しての周波数成分を考慮する改良手法を提案する。

2 位相を用いた方法

2.1 位相差を用いた方法

位相差を用いる方法は、左右の画像における局所的な輝度変化の位相の差のみを求めて視差を検出する方法である[1]。まず始めに、入力画像に次のような2種類の空間周波数フィルタ対をほどこす。

$$g_c(x, y) = \exp[-(x/\sigma)^2] \cos(2\pi u_s x) \exp[-(y/\sigma)^2] \quad (1)$$

$$g_s(x, y) = \exp[-(x/\sigma)^2] \sin(2\pi u_s x) \exp[-(y/\sigma)^2] \quad (2)$$

これは2次元のガボフィルタと呼ばれ、このフィルタを画像にほどこすことによって局所的な周波数 u_s で変化する成分を抽出することができる。ある位置 (x, y) を考えた時、ガボフィルタ対の出力を $o_c(x, y)$ 、 $o_s(x, y)$ とすると、式(3)で周波数成分 u_s の局所的な位相を計算することができる。

$$p(x, y) = \tan^{-1}(o_s(x, y)/o_c(x, y)) \quad (3)$$

この操作を左右の画像に対して行ない $p_L(x, y)$ 、 $p_R(x, y)$ とする。このとき視差 $d(x, y)$ は以下の式(4)で計算できる

$$d(x, y) = \frac{p_R(x, y) - p_L(x, y)}{2\pi} \lambda \quad (4)$$

ここで λ はフィルタの中心周波数に対応する波長 ($\lambda = 1/u_s$) である。ただし、正しく視差を求めることのできる範囲は

$$-\lambda/2 < d < \lambda/2 \quad (5)$$

である。

上のような操作を行うことによって入力画像から視差を求めることができるが、式(5)から分かるように大きな視差を検出するには中心周波数の小さいフィルタを用いる必要がある。しかし、このようなフィルタは空間分解能が悪く、奥行きが不連続な部分では、その近傍の広い範囲で正しい視差を計算することができなくなる。そこで、複数の周波数フィルタ対を(空間周波数チャンネル)を用い、各チャンネルから得られる視差を統合することによって視差を求めて行く方法について説明する。

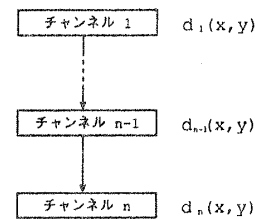


図1：空間周波数チャンネルの統合

図1に処理の流れを示す。周波数の小さい物から順に、チャンネル1, チャンネル2...とする。チャンネル k において前のチャンネルで得られた視差を $d_{k-1}(x, y)$ とする。これを用いて、視差 $d_k(x, y)$ を以下の式(6)で求めることができる。

$$d_k(x, y) = d_{k-1}(x, y) + d'(x, y) \quad (6)$$

$$d'(x, y) = \frac{p_R(x, y) - p_L(x + d_{k-1}, y)}{2\pi} \lambda \quad (7)$$

ここで式(7)の $d'(x,y)$ は、前のチャンネルで得られた視差の誤差によって生じるものである。これによって d_{k-1} を補正することができる。こうして得られた視差を、次のチャンネルに渡していく。この処理を、低周波チャンネルから高周波へ順に行い、最終的な視差を得る。

2.2 加重平均を用いた方法

上に示した、位相差を用いて視差を検出する方法はランダム・ドット・ステレオグラムのような単純な視差ならば精度良く視差を検出することができるが、実ステレオ画像のように様々な視差が多く存在するような場合にはうまく視差を検出することができないといった欠点がある。つまり、低周波数チャンネルで得られる視差 d_n が誤った方向に視差検出しまうと、以下のチャンネルで修正が難しいと言った問題点がある。これは、上で述べたように低周波のフィルタは空間分解能が悪く、正しい視差を計算することができない場合があり、その誤差が大きすぎて以下のチャンネルで対応できない時があるからである。

そこで、各周波数チャンネルで得られた視差に対して、周波数成分を重みとして加重平均を取ることで視差を決定していく。こうすることにより、あるチャンネルの誤まった視差検出の影響を軽減することができる。

左右の画像にガボアフィルタ対をほどこした出力ベクトルをそれぞれ

$$\vec{p}_L(x,y) = (o_{L_c}(x,y), o_{L_s}(x,y)) \quad (8)$$

$$\vec{p}_R(x,y) = (o_{R_c}(x,y), o_{R_s}(x,y)) \quad (9)$$

として、それぞれのベクトルの大きさ $|\vec{p}_L(x,y)|$ 、 $|\vec{p}_R(x,y)|$ を計算する。

チャンネル	視差	周波数成分
チャンネル1	d_1	$ \vec{p}_{L1}(x,y) \vec{p}_{R1}(x,y) $
チャンネル2	d_2	$ \vec{p}_{L2}(x,y) \vec{p}_{R2}(x,y) $
⋮	⋮	⋮
チャンネルn	d_n	$ \vec{p}_{Ln}(x,y) \vec{p}_{Rn}(x,y) $

としたとき、最終的に求める視差 d_{last} は

$$d_{last} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i |\vec{p}_{Li}(x,y)||\vec{p}_{Ri}(x,y)|}{\sum_{i=1}^n |\vec{p}_{Li}(x,y)||\vec{p}_{Ri}(x,y)|} \quad (10)$$

を計算することにより求められる。ただし視差 d_i が式(5)をみたしていなかったら、その成分は加算しない。

3 実験結果

実ステレオ画像(図2: 320×240画素)に対して、加重平均を加味した改良方を適用し、両眼視差検出を試みた。



図2: 入力画像

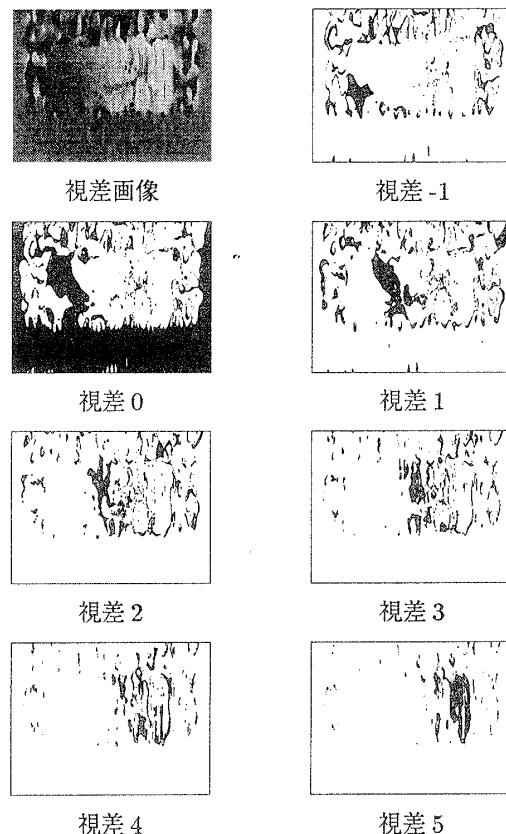


図3: 実行結果

実行結果は、検出したすべての視差を表現したもの(視差画像: 白いほど手前側にあり、黒いほど奥側にある)、および検出した視差値ごとの結果で表されている(図3)。この結果を見ると、滑らかに変化する視差および視差変化が大きい部分の視差の区別はできているが、その精度は低い。これは視差計算で加重平均をとっているため、その前後の値が視差値となる場合があるためと考えられ、この誤差を補正する必要がある。

3.1 まとめ

マッチングを行わない視差検出法を実画像へ応用するため、得られた視差に周波数成分を重みとして加重平均を取る手法を提案した。今後は、入力画像からの周波数成分と視差の関係を追究し、より正確な視差検出を目指す。

参考文献

- [1] 緒方 佐藤: 位相差検出による両眼立体視モデル, 信学技法, MBE89-129, 1990, pp29-36