

フーリエ変換による標本化位相差の推定と動的積算による画像の高精細化

7C-4

鈴木俊樹* 橋本周司* 田中章喜**
 *早稲田大学 理工学部 **松下技研

1. はじめに

画像の大幅な圧縮伝送のためには、原画像の情報を落とす必要があるが、受信画像の画質に問題がでてくる。そこで、粗い画素の動画像からフレーム間の標本化位相のズレを利用して高精細な画像を得る方法を考える。ここで、カメラとシーンが相対的に動いていると仮定すると、問題となるのは位相ズレの大きさがわからない場合の高精細化である。従来の方法では勾配法等を用いてズレを求めてから重ね合わせを行い、高精細化のために線形補完などを行う必要があった⁽¹⁾⁽²⁾。本研究ではFFTを用いて、位相ズレの大きさが具体的に分からないときにも自動的に補完を行い、高精細画像を得る手法について検討した。

2. 基本原理

画素数の少ない粗い動画像を見ているときでも被写体がちらちらと動いているときにはより細かく見えたように思える。また、対象を撮影している間にカメラが少しずつ動きサンプリング点全体が平行移動してしまうことはよくある。ここではこのような場合を想定して、粗い動画像のフレーム間ズレを推定して高精細な画像を得る方法を検討し実験を行った。

3. 理論解析

簡単のために以下では一次元画像信号を考える。一次元信号 $f(t)$ を標本間隔 T でまず原点から標本化し、これを $fn1(t)$ とする。次に t 軸方向に $aT[0 < a < 1]$ だけずらして標本化した信号を

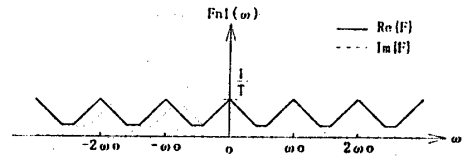


図1: a=1/4のときのFn1(omega)

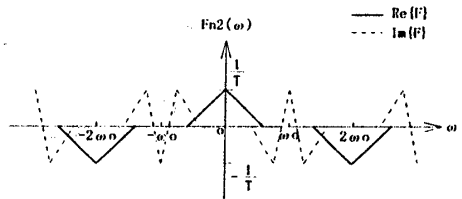


図2: a=1/4のときのFn2(omega)

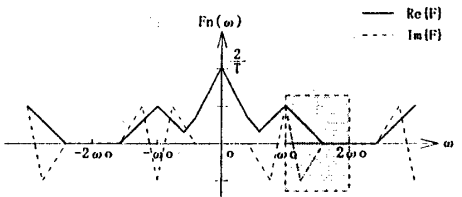


図3: a=1/4のときのFn(omega)

$fn2(t)$ とする。ここで、 $fn1(t)$ が偶関数であると設定すると、それらのスペクトルはそれぞれ図1,2のようになる。ただし、例として $a=1/4$ としてある。図のように折り返し歪みが生じている場合にもこれらを足し合わせたもの(図3)には、互いに符号が反対で等しい値を持つ区間を足し合わせる部分が現れ、点線で囲んだ部分のように折り返し歪みの影響のない区間が得られる。この部分をもとにして原点の周りにスペクトルを再構成して逆フーリエ変換したものは折り返し歪みのない高精細画像となる。ここで、スペクトルを足し合わせたときに打ち消し合う区間が現れる場所はサンプリング幅と2枚の画像間の位相ズレのパラメータ a の値による。 a が既約分数で表されるとして計算を行うと、

$a=(\text{奇数})/(\text{偶数})$ の場合には m を正整数として次式で表される n 番目の区間がお互いに打ち消し合うことが判る。

$$n = (2m - 1)/(2a) \cdots [1]$$

ただし、原点を含む区間を第0番目としている。 a の値が $(\text{奇数})/(\text{偶数})$ とならないときには完全に打ち消しあう区間はあらわれないが、実際の画像では近似的に条件を満足する比の a が仮定できると考えられる。

4. 実験

実験結果の一例を図4~図7に示す。図4のようなクリアの顔を中心とした 128×128 (画素)の粗い画像を用意し、さらに位相ズレを持たせた同様の粗い画像を用意する。今回ブロック幅 $T=4$ (画素)としており、一方の画像信号が偶関数であるという条件に合うように、これらの画像を対称化した画像で一連の処理を行った。これらの画像をフーリエ変換して足し合わせたスペクトルは図5のようになる。ズレの推定は次のように行う。粗い画像のスペクトルは原画像のサンプリング間隔の逆数の幅の繰り返しの波形となる。そこで、2フレーム分のフーリエ変換の和の各周期内での絶対値の最大を比較する。その中で最小の値を持つ区間が打ち消し合っている部分であると考えられる。したがってそれに隣り合う区間を取り出し図6のように再構成したスペクトルをもとに逆フーリエ変換を行えば図7のような高精細画像が得られる。この結果では襟元の模様や目元の部分に高精細化が顕著に現れている。

5. おわりに

フーリエ変換を用いてズレが未知の場合にも対応できる手法を簡単な実験で示した。ズレを具体的に求めることなく、スペクトルの簡単な並びかえで高精細化が行えることが判った。現在、より多数のフレームの周波数空間での積算による高精細化を検討中である。

参考文献

- (1) 川高、橋本、信学全大、D-110、1989
- (2) 米田、橋本、信学全大、D-435、1990
- (3) 川辺、橋本、信学全大、D-458、1991



図4：粗い画像のうちの1枚[fnl(t)]

スペクトル

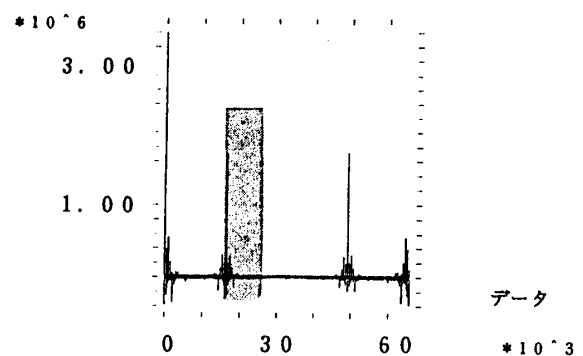


図5：足し合わせたスペクトル(実部)

スペクトル

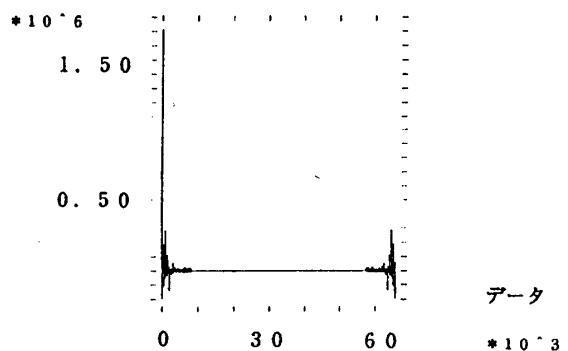


図6：スペクトルの再構成(実部)



図7：高精細化画像