

## 变频条纹的作用

本节参考 Dual-frequency pattern scheme for high-speed 3D shape measurement

概括来说，变频的作用主要是通过高频的正弦条纹来减少传感器带来的噪声影响，通时为了减少相位包裹的计算量，本文提出了一种双频的条纹公式如下：

$$I_n^p = A^p + B_1^p \cos(2\pi f_h y^p - \frac{2\pi n}{N}) + B_2^p \cos(2\pi f_u y^p - \frac{4\pi n}{N})$$

其中， $I_n^p$  是投影仪中像素的亮度， $A^p$ ,  $B_1^p$  和  $B_2^p$  是使8位色深投影仪的成像值保持在 0 到 255 之间的一些常量。 $f_h$  是正弦条纹的高频， $f_u$  是正弦条纹的单位频率，值为1.

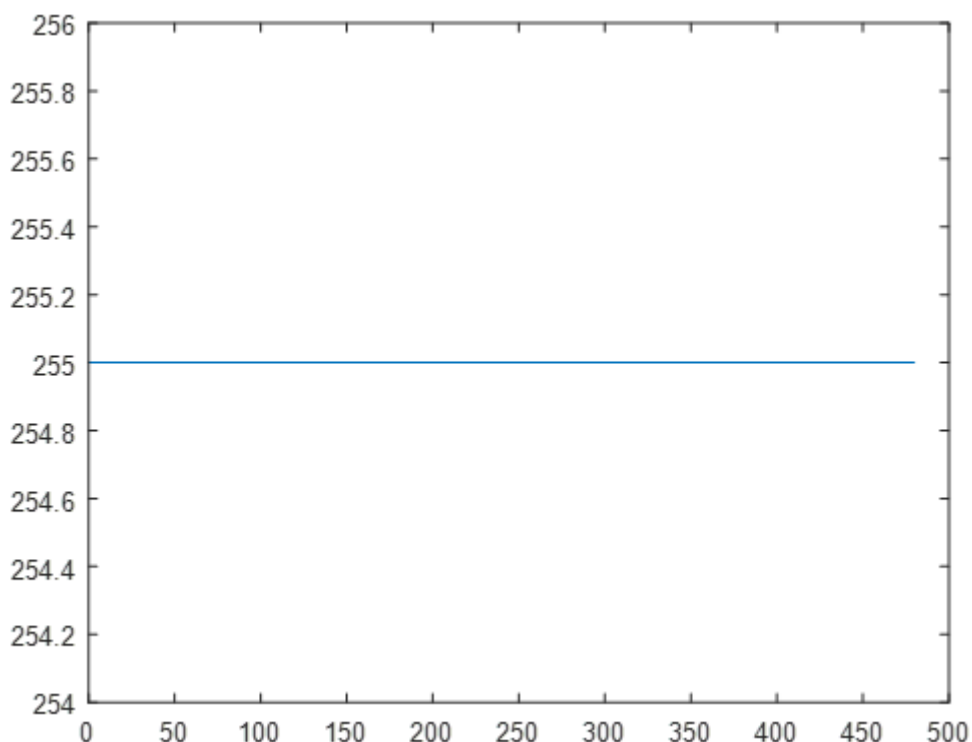
## 为什么 $y^p = y^p / Height$ ?

仔细查看公式

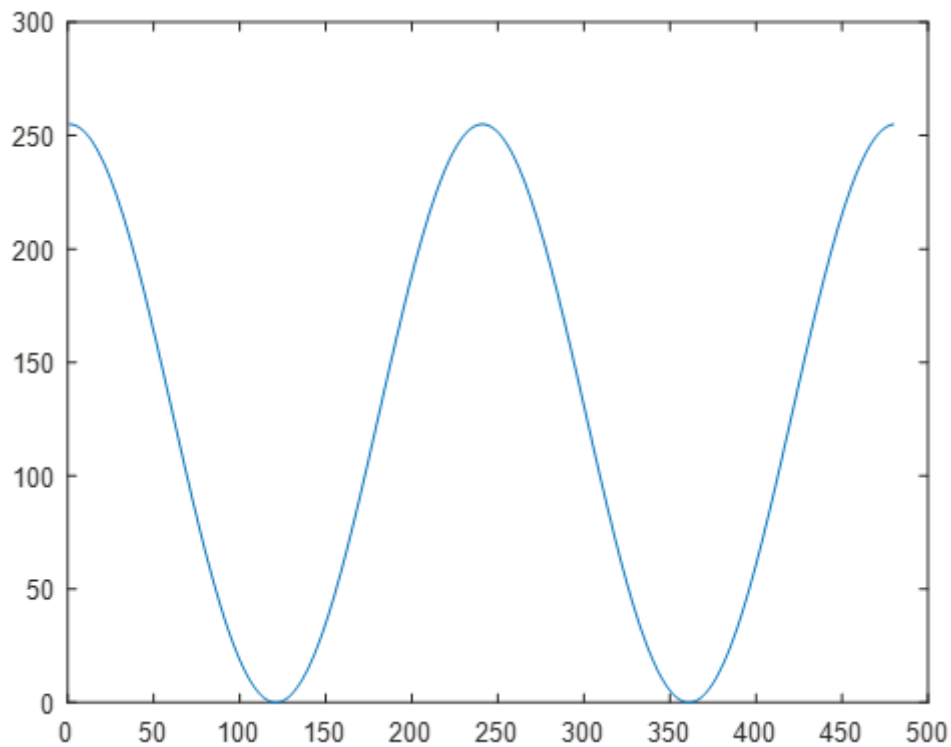
$$I_n^p(x^p, y^p) = A^p + B^p \cos(2\pi f y^p - 2\pi n / N)$$

这里面有一个隐藏的易错点，其实  $y^p = y^p / Height$ ，而不是简单的只是行索引。这是为什么呢？

如果只是简单的行索引的话，当  $n = 0$  时，前面的  $2\pi f y^p$  将会是  $2\pi$  的整数倍，由  $\cos$  函数特性可知， $2\pi$  的整数倍的  $\cos$  值将会是 1，所以会呈现出一条直线。



而把  $y^p = y^p / Height$  之后，图线变为：



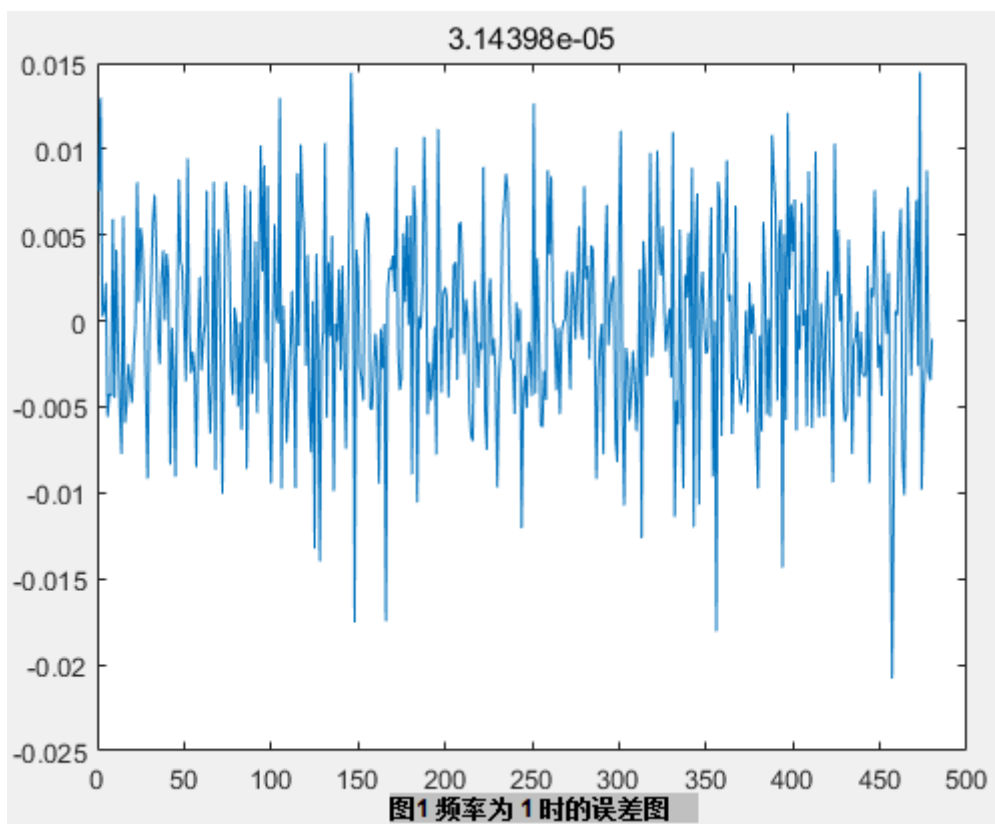
```

1  close all;clear all;clc;
2  H = 480;
3  W = 640;
4
5  t = (0 : H - 1) / H;
6
7  vTruePhase = 2 * pi * t;
8
9  N = 4;
10 f = 2;
11
12 Ap = 127.5;
13 Bp = 255 - Ap;
14
15 vPSin = 0;
16 vPCos = 0;
17 for i = 1 : N
18     n = i - 1;
19     % randn(1, H) 是从标准正态分布中提取的伪随机值
20     vI = (Ap + Bp * cos(2 * pi * f * t - 2 * pi * n / N)) + 1 * randn(1, H);
21     vPSin = vPSin + vI * sin(2 * pi * n / N);
22     vPCos = vPCos + vI * cos(2 * pi * n / N);
23
24 end
25 vBC = 2 / N * sqrt(vPSin .* vPSin + vPCos .* vPCos);
26 vPhase = pi + atan2(-vPSin, -vPCos);%将相位提升到[0 - 2pi] 区间
27 figure; plot(vPhase);title('vPhase1');
28 vTemp = round((vTruePhase - vPhase / f) / (2 * pi / f));%阶梯状的 k
29 figure; plot(vTemp);title('vTemp');
30 vPhase = vPhase / f + vTemp * 2 * pi / f; %通过简单的加 2 * k * pi 来解包裹
31 figure; plot(vPhase);
32
33 vErr = vPhase - vTruePhase;
34 vIdx = find(vErr > pi / f);
35 vErr(vIdx) = vErr(vIdx) - 2 * pi;
36 vIdx = find(vErr < -pi / f);
37 vErr(vIdx) = vErr(vIdx) + 2 * pi;
38 figure; plot(vErr);title(var(vErr));

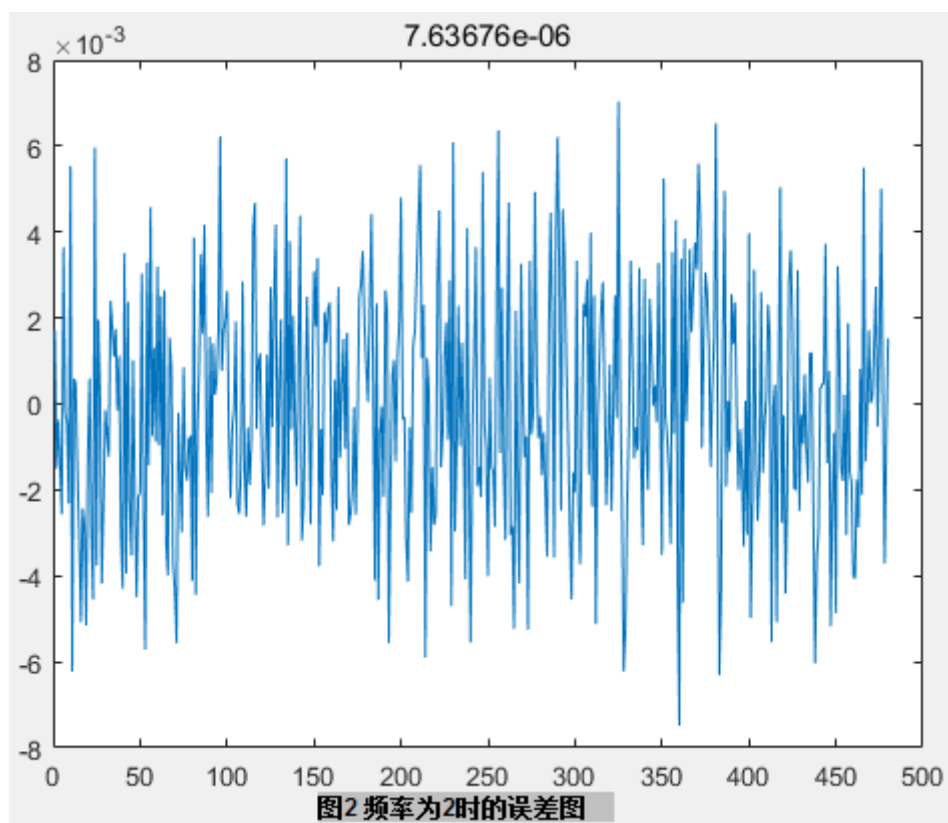
```

通过上面的仿真程序我们可以仿真当照相机拍摄的像素存在噪声干扰时（噪声干扰是必然存在的：设想一下你投影仪投射出去的值是真值  $vTruePhase$ ，在被照相机接收时的值能完全的和  $vTruePhase$  相等吗？肯定还是会或多或少有些误差吧！于是我们采用了  $randn(1, H)$  正态分布伪随机值来当做这个误差）

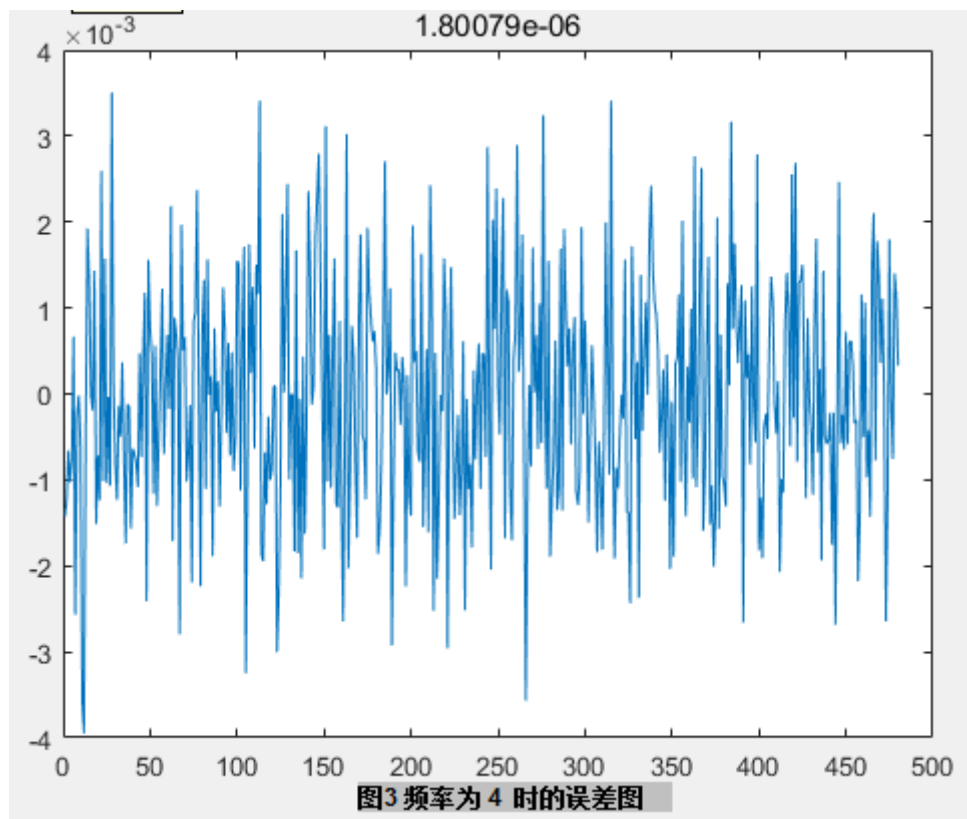
下面这幅图是  $f = 1$  时的  $vPhase - vTruePhase$  的方差图：



下面这幅图是  $f = 2$  时的  $vPhase - vTruePhase$  的方差图：



下面这幅图是  $f = 4$  时的  $vPhase - vTruePhase$  的方差图：



总结：空间频率越高，对噪声的抑制就越好。