
Correction succincte : TD

Super Resolution Numerique

VI.2. Estimation des decalages entre images par ajustement d'une rampe de frequence

```
clear; close all; clc
% Calcul d'une pile d'image avec f=2 et intégration sur le pixel
I=double(imread('barbara.png'));
figure(1);imshow(I,
[], 'InitialMagnification', 'fit');colorbar;axis on;title('I');drawnow

calc6=0; % estimation des décalages par rampe de phase

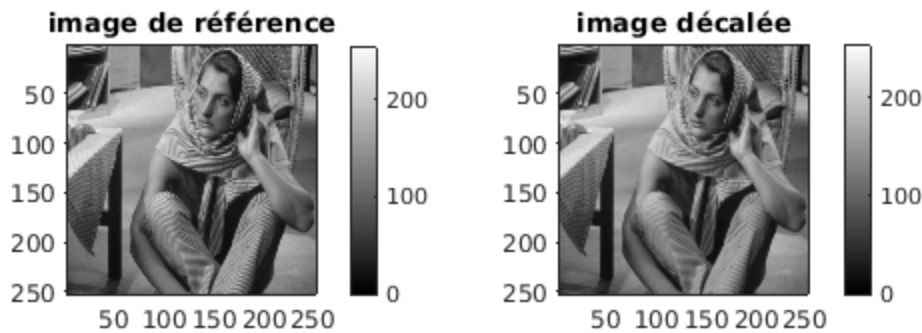
f=2; Nim=2;
I1=zeros(size(I,1),size(I,2),Nim);
I3=zeros([round(size(I,1)/f),round(size(I,2)/f),Nim]);
if calc6==1
    txtty=f/2*rand(2,Nim)-(f/4); % chaque image de la pile sera translatées
    d'un vecteur txtty par rapport # l'image 1
    % rem les composantes du vecteur translation sont comprises entre 0 et
    % f/4 pour ne pas avoir de repliement de phase
    txtty(:,1)=[0,0]; %% la premiere image sera prise comme référence
    (translation=0)
    for c=1:Nim;
        xform = [ 1 0 0;          0 1 0;  txtty(1,c) txtty(2,c)  1 ];
        tform_translate = maketform('affine',xform);

        I1(:,:,c)= imtransform(I, tform_translate,'XData',[1
size(I,2)], 'YData',[1 size(I,1)], 'FillValues',mean(I(:)));
        I4(:,:,c)=I1(1:f:end,1:f:end,c);
        I1(:,:,c)=imfilter(I1(:,:,c),ones(f,f)/f/f, 'replicate');% intégration
sur le pixel, ligne à supprimer pour tester sans l'intégartion sur le pixel
        I3(:,:,c)=I1(1:f:end,1:f:end,c);
    end
    save('pile4.mat', 'I1', 'I3', 'txtty');
else
    load('pile4.mat', 'I1', 'I3', 'txtty');
end
c=2 % le test n'est effectué que sur les deux premieres images de la pile
I11=I3(f:end-f,f:end-f,c); % image décalée tronquée pour éviter l'introduction
de 0 sur les bords de l'image
I10=I3(f:end-f,f:end-f,1);% image de reference tronquée pour etre de la meme
taille que I0
figure(2);
subplot(1,2,1);imshow(I10,[0
255], 'InitialMagnification', 'fit');colorbar;axis on;title('image de
référence')
```

```
subplot(1,2,2);imshow(I11,[0  
255],'InitialMagnification','fit');colorbar;axis on;title('image décalée')  
drawnow
```

$c =$
2





Remarque : des effets de Moiré sont visibles mais moins que si il n'y avait pas d'intégration sur le pixel.

etude du rapport des spectres des deux images dans l'espace de Fourier

```
rapport_des_modules=fftshift(abs(fft2(I11)./fft2(I10))); % origine des  
    frequence au centre du spectre  
diff_phase=fftshift(angle(fft2(I11)./fft2(I10))); % origine des frequence au  
    centre du spectre
```

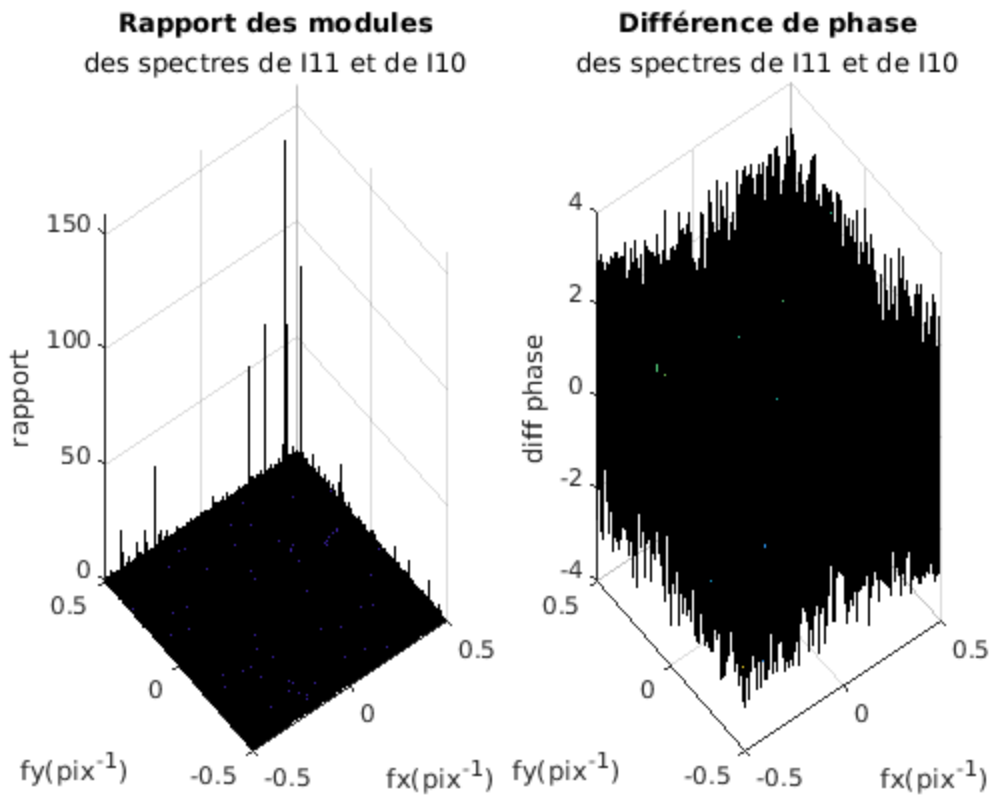
```
figure(3);  
[L,C]=size(I10);  
fx=-0.5:1/C:0.5-1/C;fy=-0.5:1/L:0.5-1/L;  
[Fx,Fy]=meshgrid(fx,fy);  
  
subplot(1,2,1);surf(Fx,Fy,rapport_des_modules);  
title('Rapport des modules','des spectres de I11 et de I10');  
xlabel('fx(pix^{-1})'); ylabel('fy(pix^{-1})'); zlabel('rapport')  
  
subplot(1,2,2);surf(Fx,Fy,diff_phase)  
title('Différence de phase','des spectres de I11 et de I10');  
xlabel('fx(pix^{-1})'); ylabel('fy(pix^{-1})'); zlabel('diff phase')  
  
figure(4);  
  
subplot(1,2,1);imagesc(fx,fy,rapport_des_modules);colorbar; axis equal;  
axis tight;
```

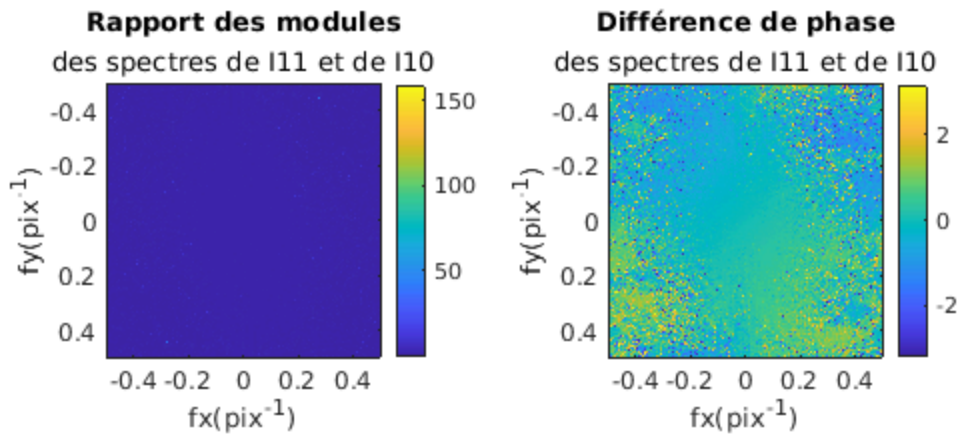
```
title('Rapport des modules','des spectres de I11 et de I10');
xlabel('fx(pix-1)'); ylabel('fy(pix-1)'); zlabel('rapport')

subplot(1,2,2);imagesc(fx,fy,diff_phase);colorbar; axis equal; axis tight;
title('Différence de phase','des spectres de I11 et de I10');
xlabel('fx(pix-1)'); ylabel('fy(pix-1)'); zlabel('diff phase')

mean2(rapport_des_modules)

ans =
    0.8695
```





En accord avec la theorie, le rapport des modules des deux spectres est proche de 1.

Les écarts à la theorie sont plus importants sur les hautes fréquences Ceci est du aux phénomènes de Moiré (les artefacts dus aux Moiré sont plutot hautes fréquences et ne subissent pas une translation pure entre les deux images).

On retrouve ce probleme sur la différence de phase qui devrait etre une rampe de phase.

Pour atténuer l'effet de ces outliers (points aberrants), il faut :

- Analyser le centre du spectre.

- Utiliser une méthode d'ajustement robuste.

```

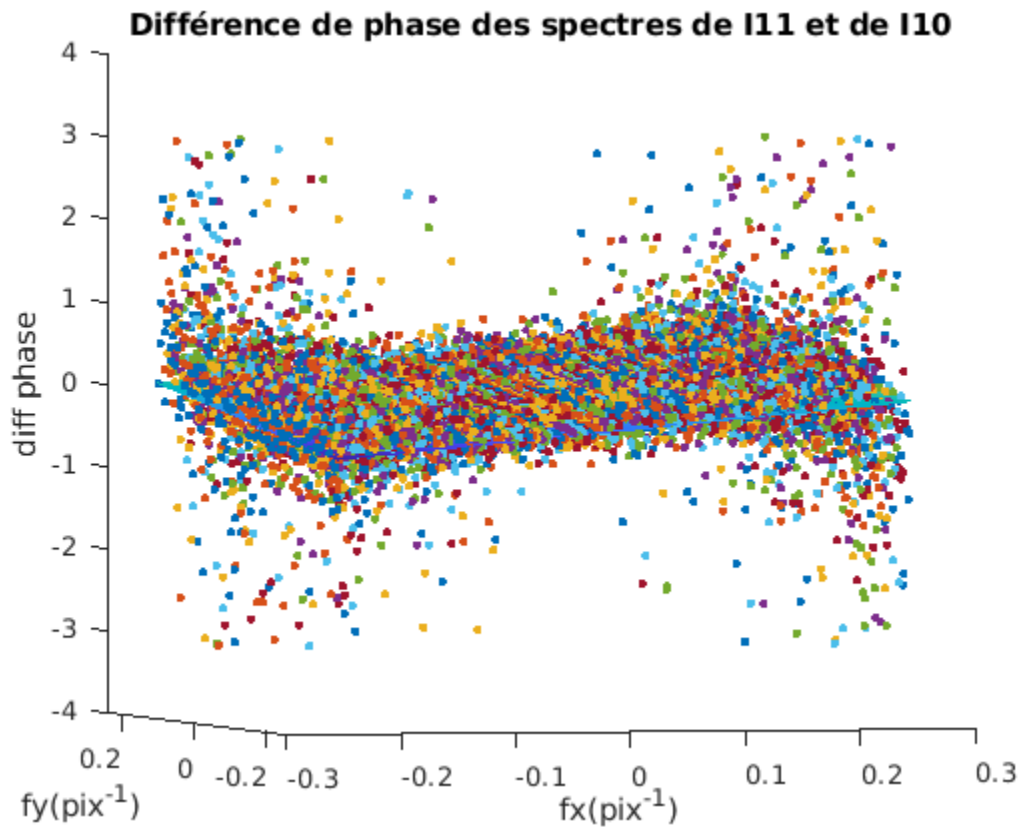
Ls4=round(L/4);Cs4=round(C/4);
Fxt=Fx(Ls4:3*Ls4,Cs4:3*Cs4);% troncature des données pour ne pas prendre en
    compte les hautes frequences
Fyt=Fy(Ls4:3*Ls4,Cs4:3*Cs4);
diff_phaset=diff_phase(Ls4:3*Ls4,Cs4:3*Cs4);

fig5=figure(5);
axes1 = axes('Parent',fig5);
plot3(Fxt,Fyt,diff_phaset,'.')
title('Différence de phase des spectres de I11 et de I10');
xlabel('fx(pix^{-1})'); ylabel('fy(pix^{-1})'); zlabel('diff phase')
view(axes1,[-14.5869574322216 1.87662885243038]);

bt = robustfit([Fxt(:), Fyt(:)] ,diff_phaset(:));
```

```
b = robustfit([Fx(:), Fy(:)] ,diff_phase(:));% moins précis car prend en
    compte les hautes frequences
rampet = bt(1) + bt(2)*Fxt + bt(3)*Fyt;
hold on
mesh(Fxt,Fyt,rampet)
tx_estime=-bt(2)/2/pi*f
tx_theo=txty(1,c)
ty_estime=-bt(3)/2/pi*f
ty_theo=txty(2,c)

tx_estime =
    -0.4175
tx_theo =
    -0.4441
ty_estime =
    -0.4307
ty_theo =
    -0.4500
```



erreur sur les estimations en pixel

```
errtx(c-1)=tx_estime-tx_theo
errty(c-1)=ty_estime-ty_theo
```

```
errtx =
    0.0266
errty =
```

0.0192

une étude plus complete (en générant plus d'images) montre que l'écart type des erreurs est inferieur à 0.05 pixel. ce qui est tres précis.

Attention, cette methode ne fonctionne plus si :

- les phenomenes de Moirés sont trop importants (à tester en utilisant la pile d'image I4)
- les décalages sont tels que la différences de phase dépassent π (à tester en changeant le tirage aléatoire de txt). Des méthodes de fit plus complexes doivent alors etre mises en oeuvre.

Published with MATLAB® R2021b