```
terms=[5 10 20 40 80 160 320 640]
```

```
terms =
     5    10    20    40    80   160   320   640
```

•

```
domain=cell(1,length(terms))
```

```
domain = 1×8 cell array
    []    []    []    []    []    []    []    []
```

```
parfor i=1:length(terms)
    domain(i)={rectangularPulse(-1:2/terms(i):1-2/terms(i))}
end
syms k
transform=[]
```

```
transform =

     []
```

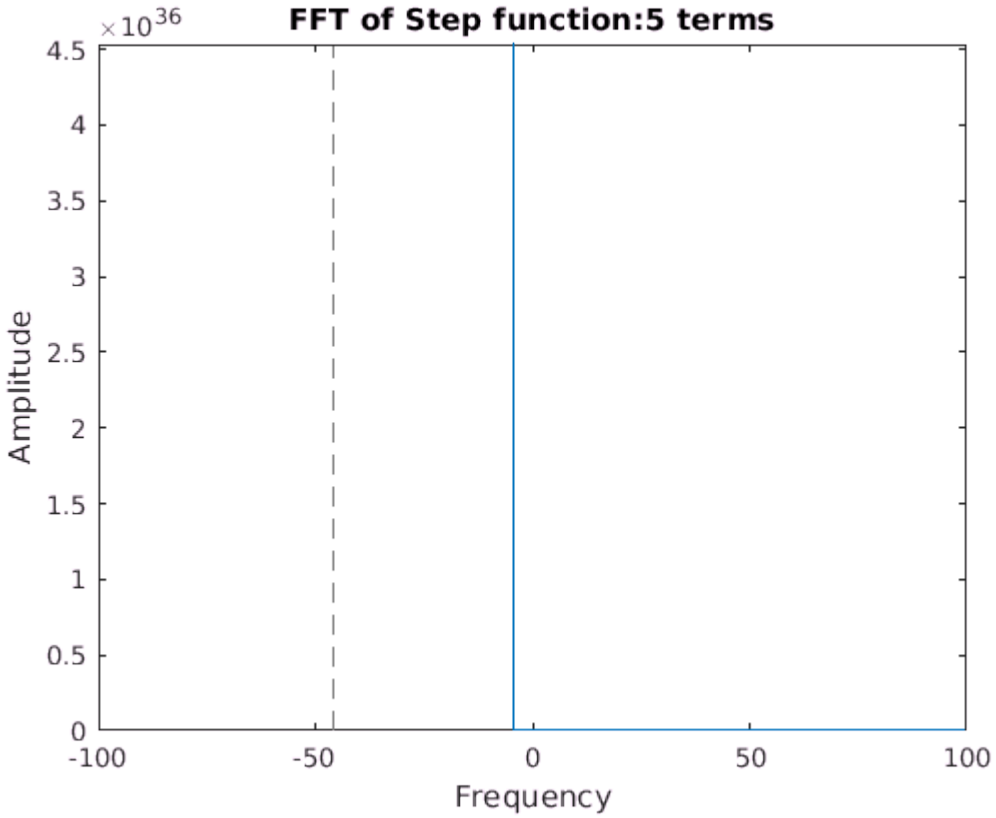
```
parfor i=1:length(domain)
    transform=[transform custom_fft(cell2mat(domain(i)),k)]
end
```

```
range =

     []


transform_ =

exp(-3*pi*(k - 1))/2 + exp(-9*pi*(k - 1)) + exp(-11*pi*(k - 1)) + exp(-21*pi*(k - 1)) + exp(-24*pi*(k -


range =

     []


transform_ =

exp(-4*pi*(k - 1)) + exp(-6*pi*(k - 1)) + exp(-(12*pi*(k - 1))/5) + exp(-(42*pi*(k - 1))/5) + exp(-(56*p


range =

     []


transform_ =

exp(-(12*pi*(k - 1))/5) + exp(-(24*pi*(k - 1))/5)


range =

     []


transform_ =
```

```
exp(-(41*pi*(k - 1))/2)/2 + exp(-52*pi*(k - 1)) + exp(-79*pi*(k - 1)) + exp(-(77*pi*(k - 1))/2) + exp(-8

range =

     []

transform_ =

exp(-15*pi*(k - 1)) + exp(-(21*pi*(k - 1))/2)/2 + exp(-39*pi*(k - 1)) + exp(-41*pi*(k - 1)) + exp(-(63*p

range =

     []

transform_ =

exp(-12*pi*(k - 1)) + exp(-(11*pi*(k - 1))/2)/2 + exp(-19*pi*(k - 1)) + exp(-21*pi*(k - 1)) + exp(-(21*p

range =

     []

transform_ =

exp(2967928573486663/2748779069440 - (2967928573486663*k)/2748779069440) + exp(2917518584622569/2748779

range =

     []

transform_ =

     ⋮
```

```
parfor i=1:length(transform)
    figure;fplot(transform(i),[-100,100])
end
```

```
fig=figure;
```




```
filename='animation.gif'
```

```
filename =
'animation.gif'
```

```
for i=1:length(transform)
    fplot(transform(i),[-100,100])
    title(strcat('FFT of Step function:',string(terms(i)),' terms'))
    xlabel('Frequency')
    ylabel('Amplitude')
    drawnow
    frame=getframe(fig)
    im=frame2im(frame)
    [imidx,cm]=rgb2ind(im,256)
    if i==1
        imwrite(imidx,cm,filename,'gif','Loopcount',inf)
    else
        imwrite(imidx,cm,filename,'gif','WriteMode','append')
    end
end
```

```
frame = struct with fields:
       cdata: [420×560×3 uint8]
    colormap: []
```

```
im = 420×560×3 uint8 array

(:,:,1) =

   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
```

```
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
     ⋮
```

```
imidx = 420×560 uint8 matrix
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6⋯
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
     ⋮
```

•

```
cm =
         0         0         0
    0.6078    0.6078    0.6078
    1.0000    1.0000    1.0000
         0    0.4471    0.7412
    0.8275    0.8275    0.8275
    0.9216    0.9216    0.9216
    0.9412    0.9412    0.9412
    0.3216    0.3216    0.3216
    0.1059    0.1059    0.1059
    0.4471    0.4471    0.4471
     ⋮
```

•

```
frame = struct with fields:
       cdata: [420×560×3 uint8]
    colormap: []
```

```
im = 420×560×3 uint8 array

(:,:,1) =

   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
     ⋮
```

```
imidx = 420×560 uint8 matrix
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6⋯
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
```

```
     ⋮
```

-

```
cm =
         0         0         0
    0.6078    0.6078    0.6078
    1.0000    1.0000    1.0000
         0    0.4471    0.7412
    0.8275    0.8275    0.8275
    0.9216    0.9216    0.9216
    0.9412    0.9412    0.9412
    0.3216    0.3216    0.3216
    0.1059    0.1059    0.1059
    0.4471    0.4471    0.4471
     ⋮
```

-

```
frame = struct with fields:
       cdata: [420×560×3 uint8]
    colormap: []
```

```
im = 420×560×3 uint8 array

(:,:,1) =

   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
     ⋮
```

```
imidx = 420×560 uint8 matrix
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6⋯
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
     ⋮
```

-

```
cm =
         0         0         0
    0.6078    0.6078    0.6078
    1.0000    1.0000    1.0000
         0    0.4471    0.7412
    0.8275    0.8275    0.8275
    0.9216    0.9216    0.9216
    0.9412    0.9412    0.9412
    0.3216    0.3216    0.3216
    0.1059    0.1059    0.1059
    0.4471    0.4471    0.4471
     ⋮
```

-

```
frame = struct with fields:
       cdata: [420×560×3 uint8]
    colormap: []
```

```
im = 420×560×3 uint8 array

(:,:,1) =

   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
     ⋮
```

```
imidx = 420×560 uint8 matrix
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6⋯
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
     ⋮
```

•

```
cm =
         0         0         0
    0.6078    0.6078    0.6078
    1.0000    1.0000    1.0000
         0    0.4471    0.7412
    0.8275    0.8275    0.8275
    0.9216    0.9216    0.9216
    0.9412    0.9412    0.9412
    0.3216    0.3216    0.3216
    0.1059    0.1059    0.1059
    0.4471    0.4471    0.4471
     ⋮
```

•

```
frame = struct with fields:
       cdata: [420×560×3 uint8]
    colormap: []
```

```
im = 420×560×3 uint8 array

(:,:,1) =

   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
     ⋮
```

```
imidx = 420×560 uint8 matrix
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6···
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
     ⋮
```

•

```
cm =
         0         0         0
    0.6078    0.6078    0.6078
    1.0000    1.0000    1.0000
         0    0.4471    0.7412
    0.8275    0.8275    0.8275
    0.9216    0.9216    0.9216
    0.9412    0.9412    0.9412
    0.3216    0.3216    0.3216
    0.1059    0.1059    0.1059
    0.4471    0.4471    0.4471
     ⋮
```

•

```
frame = struct with fields:
       cdata: [420×560×3 uint8]
    colormap: []
```

```
im = 420×560×3 uint8 array

(:,:,1) =

   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
     ⋮
```

```
imidx = 420×560 uint8 matrix
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6···
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
     ⋮
```

•

```
cm =
         0         0         0
    0.6078    0.6078    0.6078
```

```
    1.0000    1.0000    1.0000
         0    0.4471    0.7412
    0.8275    0.8275    0.8275
    0.9216    0.9216    0.9216
    0.9412    0.9412    0.9412
    0.2941    0.2941    0.2941
    0.1059    0.1059    0.1059
    0.4196    0.4196    0.4196
      ⋮
```

•

```
frame = struct with fields:
       cdata: [420×560×3 uint8]
    colormap: []
```

```
im = 420×560×3 uint8 array

(:,:,1) =

   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
     ⋮
```

```
imidx = 420×560 uint8 matrix
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6 ···
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
     ⋮
```

•

```
cm =
         0         0         0
    0.6078    0.6078    0.6078
    1.0000    1.0000    1.0000
         0    0.4471    0.7412
    0.8275    0.8275    0.8275
    0.9216    0.9216    0.9216
    0.9412    0.9412    0.9412
    0.2941    0.2941    0.2941
    0.1059    0.1059    0.1059
    0.4431    0.4431    0.4431
      ⋮
```

•

```
frame = struct with fields:
       cdata: [420×560×3 uint8]
    colormap: []
```

```
im = 420×560×3 uint8 array

(:,:,1) =
```

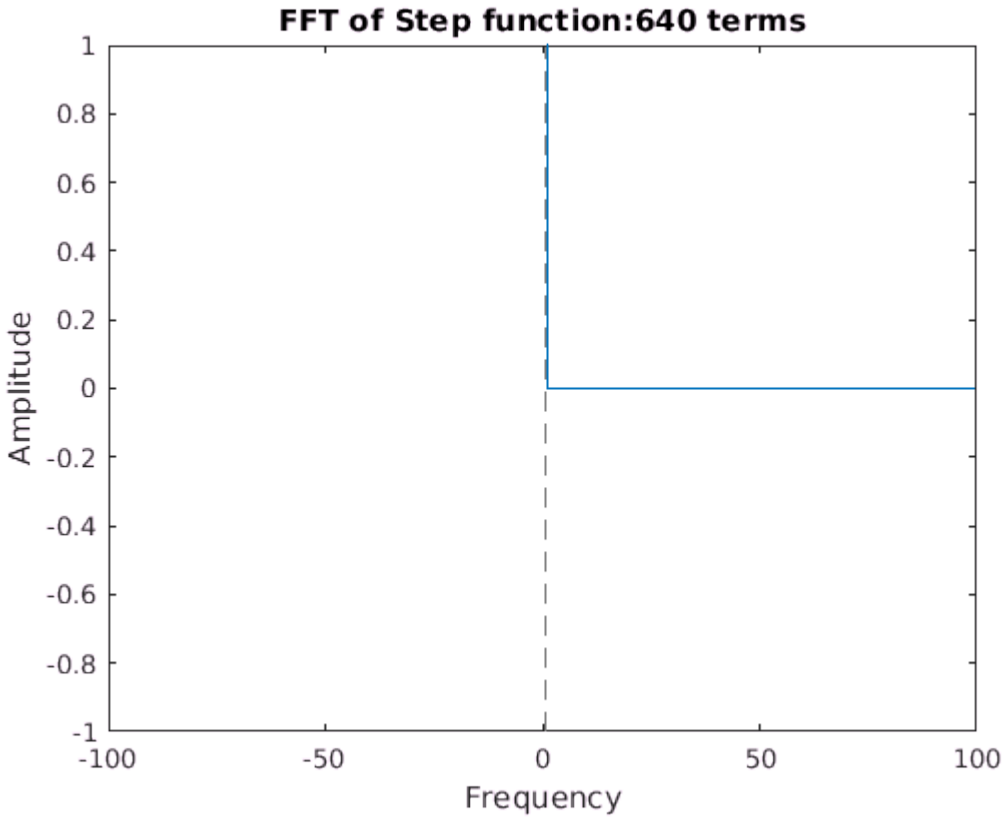
```
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240   240
     ⋮
```

```
imidx = 420×560 uint8 matrix
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6 ···
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6   6
     ⋮
```

•

```
cm =
         0         0         0
    0.6078    0.6078    0.6078
    1.0000    1.0000    1.0000
         0    0.4471    0.7412
    0.8275    0.8275    0.8275
    0.9216    0.9216    0.9216
    0.9412    0.9412    0.9412
    0.2941    0.2941    0.2941
    0.1059    0.1059    0.1059
    0.4431    0.4431    0.4431
     ⋮
```

•




```
function transform_ = custom_fft(domain_,k_)
```

$$\text{transform\_} = \sum_{j=1}^{\text{length(domain\_)}} \text{domain\_}(j) \exp \frac{-2\pi i\,(j-1)(\text{k\_}-1)}{\text{length(domain\_)}}$$

```
range=[]
parfor i=1:length(domain_)
    range=[range domain_(i)*exp(-2*pi*i*(i-1)*(k_-1)/length(domain_))]
end
transform_=sum(range)
end
```