

Politechnika Świętokrzyska

Laboratorium

Cyfrowe przetwarzanie sygnałów

Ćwiczenie 11

Wykorzystanie transformacji Radona i Hougha.

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest nabycie umiejętności wykorzystywania transformacji Rodona i Hougha do wykrywania linii w obrazie.

dr inż Robert Kazała

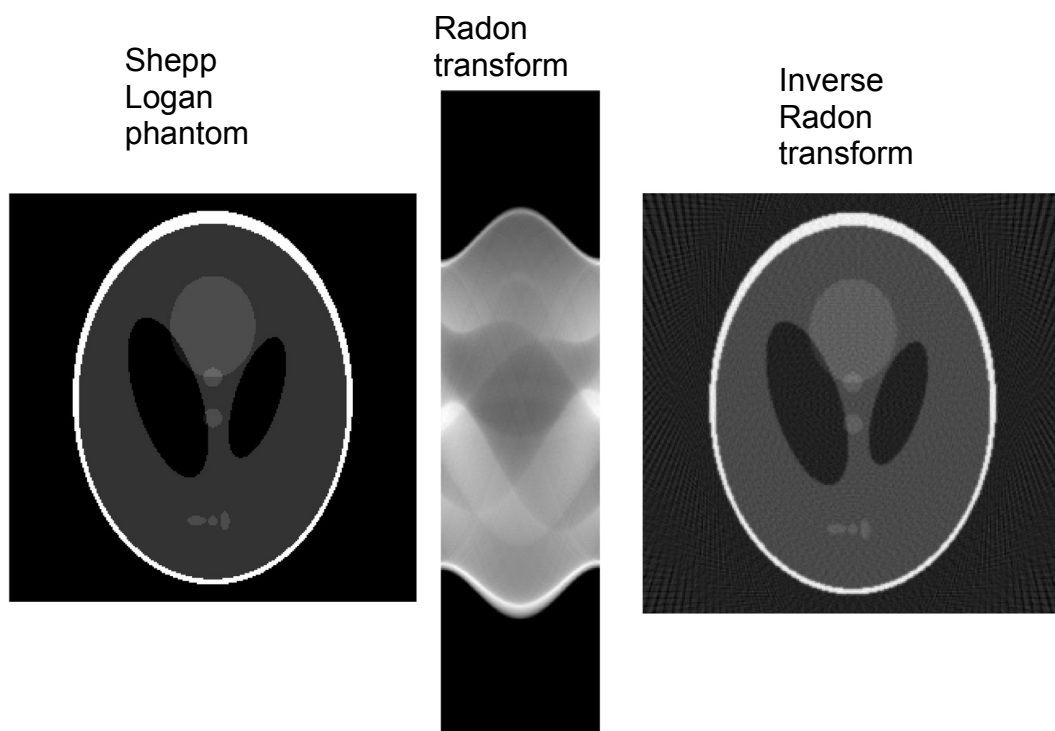
Wprowadzenie

Sinogram jest tablicą danych uzyskanych podczas tomografii komputerowej (np. PET). Uzyskuje się go poprzez zapisanie w wierszach tabeli kolejnych wyników projekcji (każda projekcja wykonywana jest pod innym kątem). Nazwa 'sinogram' wywodzi się od sinusoidalnego wyglądu zmian intensywności przedstawionych w tej tablicy. Sinogram nie jest wykorzystywany do diagnostyki, na jego podstawie w wyniku procesu rekonstrukcji uzyskiwany jest obraz przekroju badanego obiektu. Do odtwarzania wykorzystywana jest odwrotna transformata Radona.

Sinogram można utworzyć dla dowolnego zarejestrowanego obrazu wykonując transformację Radona. W celu rekonstrukcji obrazu wykorzystywane jest odwrotne przekształcenie Radona.

Obrazy testowe - Shepp-Logan phantom

W celu ułatwienia rozwoju i zapewnienia możliwości porównania algorytmów rekonstrukcji wykorzystuje się specjalne obrazy testowe o znanych właściwościach. Jednym z najczęściej wykorzystywanych jest Shepp-Logan phantom przypominający przekrój ludzkiej głowy, zawierający elipsy z różnymi stopniami pochłaniania.



Transformacja Radona

Funkcje modułu scikits-image realizujące prostą i odwrotną transformatę Radona.

radon

```
skimage.transform.radon(image, theta=None)
```

Funkcja wyliczająca transformatę Radona obrazu dla określonych kątów projekcji.

Parametry wejściowe:

`image` – obraz wejściowy

`theta` – kąty projekcji w stopniach (domyslnie `np.arange(180)`)

Wyjście :

`output` – transformata Radona (sinogram)

iradon

```
skimage.transform.iradon(radon_image, theta=None,  
output_size=None, filter='ramp', interpolation='linear')
```

Funkcja wyznaczająca odwrotną transformatę Radona, wykorzystująca algorytm filtrowanej projekcji wstecznej (ang. filtered back projection algorithm)

Parametry wejściowe:

`radon_image` – obraz zawierający sinogram, w którym każda kolumna odpowiada projekcji wzdłuż innego kąta,

`theta` – kąty pod jakimi dokonywana jest rekonstrukcja, domyślnie od 1 do 180 stopni

`output_size` – liczba wierszy i kolumn w rekonstruowanym obrazie,

`filter` – filtr stosowany do filtrowania w dziedzinie częstotliwości, dostępne filtry to `ramp`, `shepp-logan`, `cosine`, `hamming`, `hann`,

`interpolation` – metoda interpolacji stosowana w rekonstrukcji, dostępne metody to `nearest`, `linear`.

Wyjście :

`output` – zrekonstruowany obraz

frt2

```
skimage.transform.frt2(a)
```

Funkcja wyliczająca 2-wymiarową skończoną transformatę Radona (FRT) dla tablicy liczb całkowitych o rozmiarze `nxn`.

Parametry wejściowe:

`a` – tablica liczb całkowitych o wymiarach `nxn`

Wyjście:

tablica zawierająca współczynniki transformaty o wymiarach $(n+1) \times n$.

ifrt2

```
skimage.transform.ifrt2(a)
```

Funkcja wyliczająca 2-wymiarową odwrotną skończoną transformatę Radona dla tablicy o wymiarach $(n+1) \times n$.

Parametry wejściowe:

a – tablica wejściowa o wymiarach $(n+1) \times n$

Wyjście :

output - tablica o wymiarach $n \times n$

Przykład

Przykład pokazujący wykorzystanie transformat Radona.

```
import matplotlib.pyplot as plt

from skimage.io import imread
from skimage import data_dir
from skimage.transform import radon, iradon

image = imread(data_dir + "/phantom.png", as_grey=True)
#image = rescale(image, scale=0.4)

plt.figure(figsize=(8, 8.5))
plt.subplot(221)
plt.title("Original");
plt.imshow(image, cmap=plt.cm.Greys_r)

plt.subplot(222)
projections = radon(image, theta=[0, 45, 90])
plt.plot(projections);
plt.title("Projections at\n0, 45 and 90 degrees")
plt.xlabel("Projection axis");
plt.ylabel("Intensity");

projections = radon(image)
plt.subplot(223)
plt.title("Radon transform\n(Sinogram)");
plt.xlabel("Projection axis");
plt.ylabel("Intensity");
plt.imshow(projections)

reconstruction = iradon(projections)
plt.subplot(224)
plt.title("Reconstruction\nfrom sinogram")
plt.imshow(reconstruction, cmap=plt.cm.Greys_r)

plt.subplots_adjust(hspace=0.4, wspace=0.5)
plt.show()
```

Transformacja Hougha

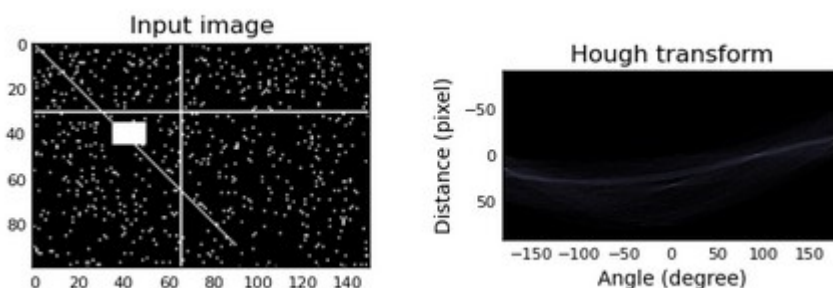
Transformacja Hougha (ang. Hough transform) jest szczególnym przypadkiem transformaty Radona i wykorzystywana jest do wykrywania regularnych kształtów w obrazach. Oryginalna metoda Hougha służy do wykrywania prostych. Metodę tę później uogólniono na wykrywanie kształtów dających się opisać analitycznie np. okręgów oraz na wykrywanie dowolnych kształtów.

Funkcje modułu scikit-image realizujące transformatę Hougha.

- `hough_circle`
- `hough_ellipse`
- `hough_line`
- `hough_line_peaks`

Przykład

Przykład pokazujący wykorzystanie transformaty Hougha



```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

from skimage.transform import hough

img = np.zeros((100, 150), dtype=bool)
img[30, :] = 1
img[:, 65] = 1
img[35:45, 35:50] = 1
for i in range(90):
    img[i, i] = 1

img += np.random.random(img.shape) > 0.95
out, angles, d = hough(img)

plt.subplot(1, 2, 1)
plt.imshow(img, cmap=plt.cm.gray)
plt.title('Input image')

plt.subplot(1, 2, 2)
plt.imshow(out, cmap=plt.cm.bone,
           extent=(d[0], d[-1],
```

```
np.rad2deg(angles[0]), np.rad2deg(angles[-1]))
plt.title('Hough transform')
plt.xlabel('Angle (degree)')
plt.ylabel('Distance (pixel)')

plt.subplots_adjust(wspace=0.4)
plt.show()
```

Literatura

Lyons R. G.: Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów, WKŁ, Warszawa 1999.

Oppenheim A. V., Schaffer R. W.: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, WKŁ, Warszawa 1976.

Tadeusiewicz R., Korohoda P.: Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, Społeczeństwo Globalnej Informacji, Kraków 1997.

Zadania

1. Uruchomić i zmodyfikować przykład transformaty znajdujące się w instrukcji.
2. Dla przykładu transformaty Radona znajdującego się w instrukcji dokonać transformaty i rekonstrukcji dla różnych wartości kątów projekcji.
3. Wykonać transformację Rodona dla własnych obrazów.
4. Dla własnych obrazów testowych wykorzystać transformację Hougha do wyznaczenia linii o okręgów w obrazie.