

Elaborazione di immagini digitali: Esercizio 2

Corso di LSMC, a.a. 2019-2020

Cristian Soppio
559597

28 gennaio 2022

1 Descrizione del problema

Data un'immagine sfocata ci poniamo il problema di ricostruire l'immagine originale, noto un modello che approssimi come è stata sfocata. Data dunque un'immagine sfocata e supposta nota la PSF, per poter ottenere l'immagine originale è sufficiente risolvere un sistema lineare, per esempio applicando metodi iterativi come quello di Richardson oppure del gradiente coniugato.

Si vuole dunque:

1. Sfocare un'immagine dato il kernel della sfocatura
2. Aggiungere del rumore casuale all'immagine
3. Ricostruire l'immagine originale tramite il metodo del gradiente coniugato e tramite la sua variante con regolarizzazione

2 Descrizione della sperimentazione

Tramite lo `Script1`, data l'immagine A in forma matriciale, la `Function1` costruisce la PSF voluta e applica la sfocatura, dando in output l'immagine B . A questo punto viene sommata una matrice casuale (rumore) e vengono costruite C e D rispettivamente con le funzioni `Function2` e `Function3`, che applicano il metodo del gradiente coniugato senza e con regolarizzazione.

3 Script e function

Function 1

```
function [B, psf] = sfoca(A)
% function [B, psf] = sfoca(A)
% In input:
%         A, matrice dell'immagine da sfocare
```

```

% In output:
%           B, matrice dell'immagine sfocata
%           psf, matrice della PSF utilizzata
% Definisco la PSF
psf=zeros(21,21);
psf(1,1)=1/61;
psf(1,2)=1/61;
psf(21,21)=1/61;
psf(21,20)=1/61;
for i=2:20
    for j=i-1:i+1
        psf(i,j)=1/61;
    end
end
end
B = A;
% Applico la sfocatura
for j = 1 : 3
    B(:, :,j) = conv2(A(:, :,j), psf, 'same');
end
end
end

```

Function 2

```

function C = recover(B, psf)
% function C = recover(B, psf)
% In input:
%
%           B, matrice dell'immagine sfocata
%           psf, matrice della PSF
% In output:
%           C, matrice con l'immagine restaurata
%RECOVER_GRADIENT
[m,n,~]=size(B);
% PSF "flippata", corrispondente alla moltiplicazione per % la matrice trasposta.
psfr = psf(end:-1:1,end:-1:1);
% Right hand side
b = B;
for j = 1 : size(b, 3)
    b(:, :,j) = conv2(B(:, :,j), psfr, 'same');
end
end
% Operatore lineare PSF * PSF come funzione inline
function y = Op(x)
V=reshape(x,m,n,3);
for jj=1:3
    V(:, :,jj) = conv2(conv2(V(:, :,jj), psf, 'same'), psfr, 'same' );
end
end

```

```

end
y=reshape(V,m*n*3,1);
end
% Risolvo il sistema
v=reshape(b,m*n*3,1);
v=pcg(@Op, v, 1.e-10, 500);
C=reshape(v,m,n,3);
end

```

Function 3

```

function C = recover_reg(B, psf)
% function C = recover_reg(B, psf) % In input:
%      B, matrice dell'immagine sfocata
%      psf, matrice della PSF
% In output:
%      C, matrice con l'immagine restaurata
%RECOVER_GRADIENT_REG
[m,n,~]=size(B);

% Costante per la regolarizzazione
alpha=0.01;
% PSF "flippata", corrispondente alla moltiplicazione per la matrice trasposta.
psfr = psf(end:-1:1,end:-1:1);
% Right hand side
b = B;
for j = 1 : size(b, 3)
    b(:, :, j) = conv2(B(:, :, j), psfr, 'same');
end
% Operatore lineare PSF * PSF come funzione inline
function y = Op(x)
V=reshape(x,m,n,3);
for jj=1:3
    V(:, :, jj) = conv2(conv2(V(:, :, jj), psf, 'same'), psfr, 'same' );
end
y=reshape(V,m*n*3,1)+alpha*x;
end
% Risolvo il sistema
v=reshape(b,m*n*3,1);
v=pcg(@Op, v, 1.e-10, 500);
C=reshape(v,m,n,3);
end

```

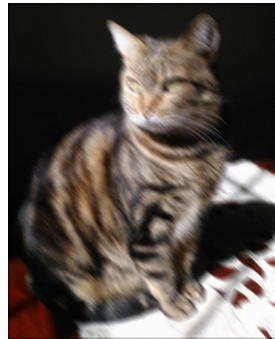
Script 1

```
%Script per la sperimentazione sulla sfocatura di immagini
A=imread('gatto.png'); % Carico l'immagine
A=double(A);
A=A/255;
[m,n,~]=size(A);
[B,psf]=sfoca(A); % Applico la sfocatura
B = B + randn(m,n, 3) * 0.02; % Aggiungo rumore
C=recover(B, psf); % Applico il metodo del gradiente coniugato
D=recover_reg(B,psf); % Applico il metodo del gradiente coniugato con regolarizzazione
imwrite(B,'gatto_sfocato.png');
imwrite(C,'gatto_rec.png');
imwrite(D,'gatto_rec_reg.png');
```

4 Immagini e commenti



(a) *immagine originaria*



(b) *immagine sfocata*



(c) *senza regolarizzazione*



(d) *con regolarizzazione*

Possiamo vedere come, a cause dell'alto numero di iterazioni compiute per il restauro dell'immagine, il metodo del gradiente coniugato senza regolarizzazione produca un'immagine molto danneggiata, mentre nel caso regolarizzato il soggetto è ben più riconoscibile, sebbene la fotografia sia ancora parzialmente sfocata.