

APLICAREA METODELOR SPECTRALE PENTRU PRELUCRAREA IMAGINILOR OBTINUTE DE PE SATELITUL SATUM

Ion CAPCANARI, Valentin POCOTILENCO, Ion PEREU
Universitatea Tehnică a Moldovei
kapkanari@gmail.com

Abstract. This work deals with a research and application of spectral methods for images processing. Research of algorithms for Fourier Transform, using Goertzel's and FFT(Fast Fourier Transform) algorithms, are described also was investigated application of: inverse filter, Wiener filter, Tikhonov filter, Lucy - Richardson filter and blind deconvolution used for image restoration. During investigations was obtained PSF (point spread function) by two methods, direct observation and indirect observation. As a result PSF and Wiener filter were chosen as optimal for restoration after defocus an blur.

Cuvinte-cheie: image restoration, Fourier Transform, inverse filter, Wiener filter, Tikhonov filter, Lucy - Richardson filter, blind deconvolution, PSF.

1. Introducere

Metodele prezentate în continuare reprezintă pîrghiile fundamentale pentru prelucrarea și îmbunătățirea calității imaginilor, unde sursa de proveniență a imaginilor poate fi atât un dispozitiv de achiziție (cameră video, scanner, captor radar), cât și o ecuație matematică sau un ansamblu de date statistice.

Procesarea imaginilor are ca scop:

- îmbunătățirea calității unei imagini avînd drept scop o mai bună vizualizare pentru un operator uman.
- extragerea de informații dintr-o imagine, informații care pot reprezenta intrarea pentru un sistem automat de recunoaștere și clasificare.

Există mai multe metode de îmbunătățire a imaginilor, care pot fi grupate în:

- metode de procesare în domeniul spațial - se referă la suprafața imaginii, deci metodele legate de acest domeniu se bazează pe manipularea directă a pixelilor imaginii.
- metode de procesare în domeniul de frecvențe - se bazează pe modificarea semnalului, care se formează cu ajutorul utilizării transformărilor Fourier(sau altele) asupra imaginii.

În lucrare va fi precăutată metoda spațială de prelucrare a imaginilor.

2. Analiza și aplicarea metodelor spectrale în prelucrarea imaginilor

Principiul de lucru a procedurii de filtrare în spațiul de frecvențe arat în Figura 1.

Imaginea inițială poate fi tăiată pînă la valorile pare, apropiate, pentru a asigura centrarea imaginii, de asemenea se pot face și proceduri adăugătoare de filtrare. Cel mai important trebuie de menționat că filtrarea este bazată pe o schimbare a modelului - Fourier a imaginii, cu ajutorul funcției de transfer a filtrului cu transformarea inversă a domeniului procesat Fourier pentru a primi imaginea finală îmbunătățită.

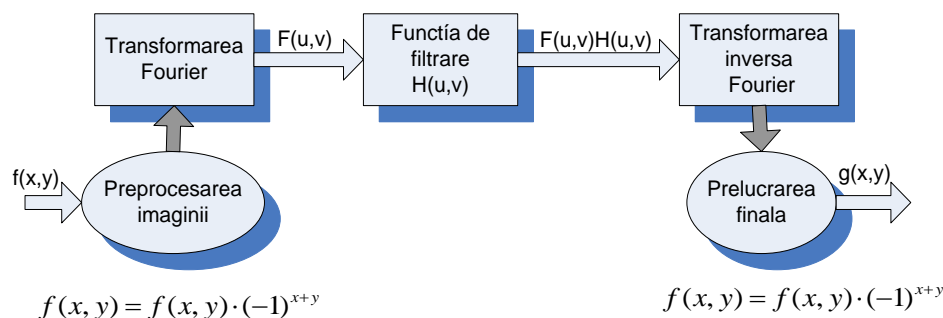


Figura 1. Etapele de bază a filtrării în spațiul de frecvențe

Frecvențele joase ale transformării Fourier răspund pentru apariția valorilor vizibile ale luminozității pe fonuri netede ale imaginii, iar frecvențele înalte răspund pentru așa detalii ca contururi și zgomote.

Algoritmul de filtrare în spațiul frecvențial este următorul:

1. Imaginea inițială se înmulțește cu $(-1)^{x+y}$ ca transformata Fourier să se poziționeze în centru;

2. Se calculează transformata directă Fourier (TDF) a imaginii $F(u,v)$ primite de la pasul 1;
3. Funcția $F(u,v)$ se înmulțește cu funcția filtrului $H(u,v)$;
4. Se calculează transformata inversă Fourier (TIF) de la rezultatul din punctul 3;
5. Se separă partea reală a rezultatului din 4;
6. Rezultatul pasului 5 se înmulțește cu $(-1)^{x+y}$.

$H(u,v)$ se numește filtru deoarece el micșorează unele frecvențe ale transformării și lasă neatinse alte frecvențe. Dacă $f(x,z)$ este imaginea de intrare după pasul 1, și $F(u,v)$ este modelul ei Fourier, atunci modelul Fourier al imaginii de ieșire se va determina după formula:

$$G(u,v) = h(u,v) F(u,v) \quad (1)$$

unde:

$H(u,v)$ – filtru frecvențial;

$G(u,v)$ - imaginea de ieșire.

Înmulțirea a două variabile h și F se face element cu element. Aceasta înseamnă că primul element al funcției H se înmulțește cu primul element al funcției F și tot așa mai departe. De obicei filtrele H au valori reale și se numesc filtre de schimbare de fază nulă.

Imaginea filtrată se obține prin TIF (**Tagged Image File Format**) de la modelul Fourier $G(u,v)$, iar imaginea finală se obține prin înmulțirea părții reale a rezultatului cu $(-1)^{x+y}$ pentru a compensa înmulțirea cu același termen la începutul procesării. TIF în caz general este operațiune complexă. În cazul imaginii cu valori reale la intrare și cu funcția filtrului de asemenea reală, părțile imaginare din imaginea dată se egalează cu zero.

3. Aplicarea instrumentarului metodei spectrale pentru prelucrarea imaginii

Vor fi luate în considerație imaginile alb-negru și gradații sur cu presupunerea că prelucrarea unei imagini color este suficientă pentru a repeta toate etapele pentru fiecare dintre canalele de culoare RGB.

Se va considera modelul procesului de destorsionare în modul următor:

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + n(x, y) \quad (2)$$

Sarcina de restaurare a imaginii distorsionate constă în calculul aproximării $f(x,y)$ din imaginea originală, unde funcțiile $f(x,y)$ și $g(x,y)$ descriu imaginea pîna la distorsionare și imaginea finală obținută după distorsionare iar funcția $h(x,y)$ descrie fiecare pixel din imaginea originală care după distorsionare este transformat într-o pată pentru distorsionarea cu focus blur și limită în cazul pentru distorsionarea cu motion blur, funcția $g(x,y)$.

Determinarea funcției de distorsionare

Una din căile pentru determinarea funcției de distorsionare este *Observația directă*.

Pentru aplicarea metodei de *Observație directă* este necesară o construcție specifică care constă din: coală de carton cu gaură mică, foaie de culoare negru, o folie de aluminiu, lampă, aparat de fotografiat Canon EF 85mm/1.8.

Rezultatul aplicării metodei de *Observație directă* este arătat în figura Fig.2.

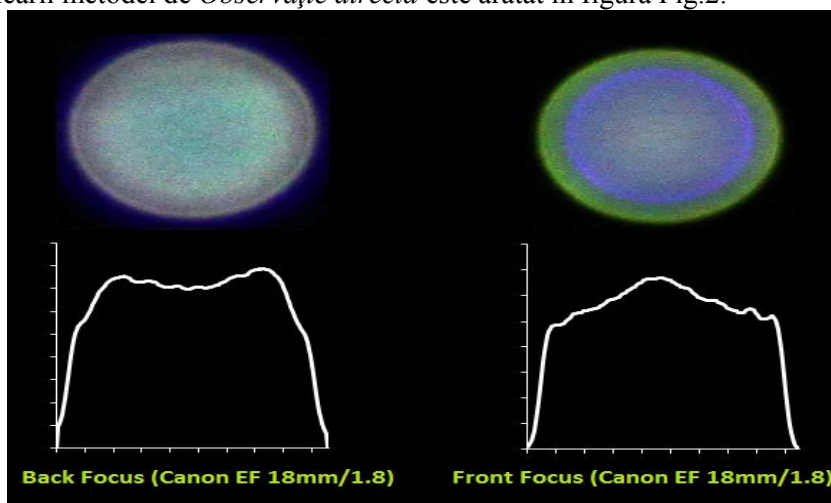


Figura2. Efectul bokeh pentru obiectivul cercetat

Poate observat efectul bokeh neuniform cauzat de pozitia obiectivului și aberațiile cromatice mari care sunt cauzate de puterea mare a luminozității obiectivului și diafragma mică.

Altă cale pentru determinarea funcției de distorsionare este *Observația indirectă*, bazată pe aplicarea (2).

Pentru cercetarea acestei metode imaginea originală este supusă distorsionării prin defocalizare artificială apoi prelucrată prin metoda arătată în figura 1.

Rezultatele experimentului sunt arătate în figurile Fig.3.-Fig.8.

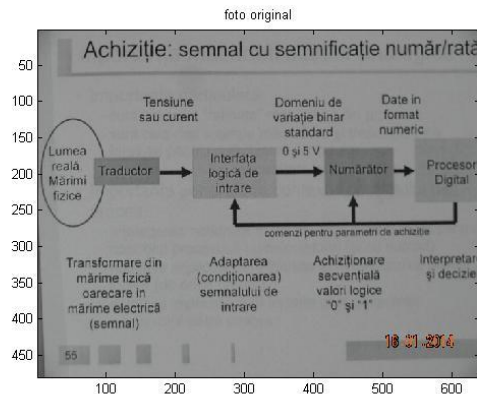


Figura 3. Imaginea originala

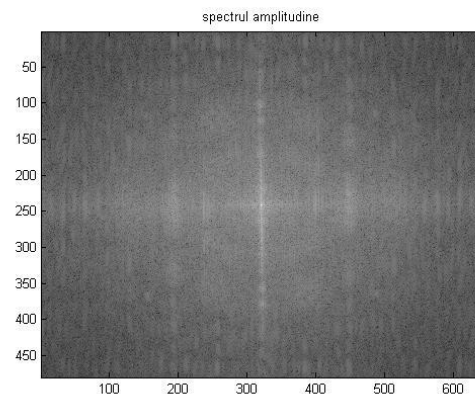


Figura 4. Spectrul dupa amplitudine a imaginii originale

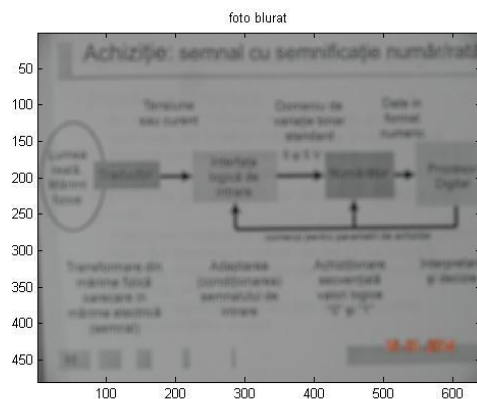


Figura 5. Imaginea distorsionată

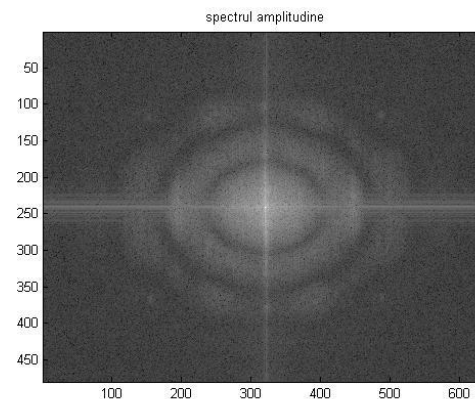


Figura 6. Spectrul imaginii blurate

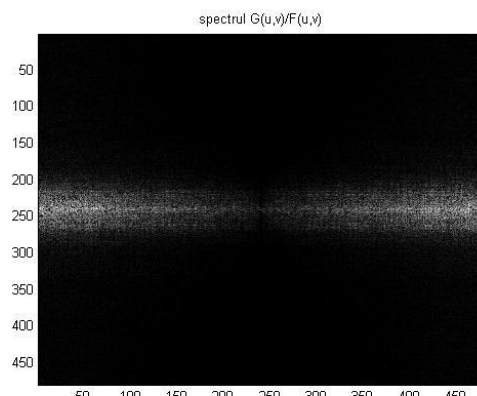


Figura 7. Spectrul funcției de distorsionare

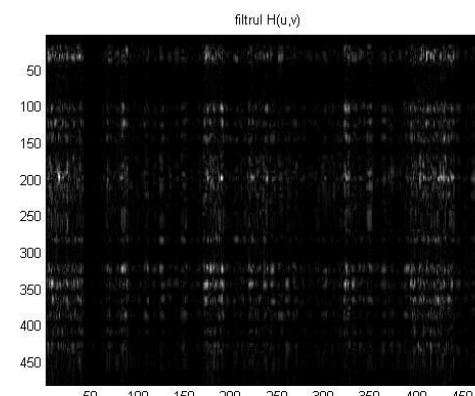


Figura 8. Funcția de distorsionare

Împărțind spectrul transformatei Fourier al imaginii originale la spectrul transformatei Fourier al imaginii blurate sa obținut spectrul funcției de distorsionare PSF care este prezentat în figura Fig. 7.

După obținerea spectrului funcției de distorsionare a fost aplicată transformata Fourier inversă și în sfârșit a fost obținută însăși funcția de distorsionare PSF care este prezentată în figura Fig.8.

4. Rezultatele prelucrării imaginii

Luând în considerație calculele și cercetările descrise mai sus va fi restaurată imaginea distorsionată cu blurare motion și blurare de focus. Deasemenea se va face blurare artificială și blurare reală. Pentru a

deosebi blurarea artificială de cea reală pe imagine se va utiliza data înscrisă de către aparatul de fotografiat, în cazul care data pe imaginea deteriorată se vede clar atunci evident că imaginea a fost deteriorată real, în cazul când imaginea blurată va avea și date pe ea de asemenea blurată este evident că o imagine fără distorsiuni a fost blurată artificial.

Pentru restaurarea imaginii a fost aplicată funcția de distorsiune a imaginii apoi efectuată deconvoluția cu ajutorul filtrului Wiener.

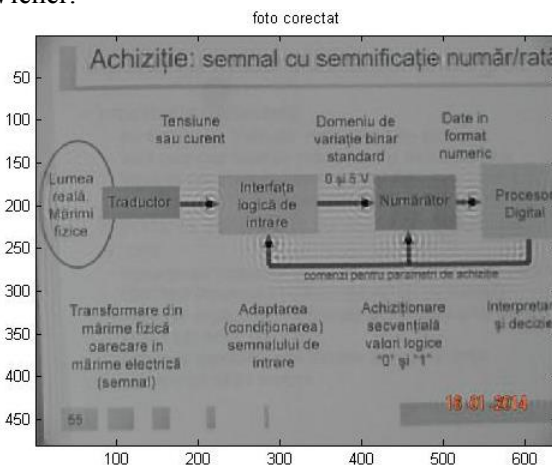


Figura 9. Imaginea restaurată

În figura Fig.9. poate fi observat că în imaginea restaurată textul este și citibil ceea ce ne spune că scopul a fost atins.

5. Concluzii

În lucrarea dată au fost cercetate și aplicate 4 tipuri de filtre pentru restaurarea imaginii, Filtrele Wiener, filtrul Tihonov, Filtrul Lucy – Richardson, precum și deconvoluția orbă. În rezultatul implementării a fost:

- stabilit că filtrul Wiener sa isprăvit cu sarcina pusă mai bine ca celelalte filtre;
- obținută **funcția de distribuire a punctului**, adică funcția de distorsionare prin metodele direct și indirectă;
- restaurată imaginea distorsionată artificial.

6. Bibliografie

1. Залманзон Л.А., “Преобразования Фурье, Уолша, Хаара и их применение в управлении, связи и других областях”. - М.: Наука. Гл. ред. физ. мат. лит.. 1989. - 496 с. - ISBN 5-02-014094-5.
2. Ștefanioiu D. Introducere în Prelucrarea Numerică a Semnalelor. Tipografia Universității "Politehnica". București, România, 1996.
3. Prelucrarea digitală a semnalelor. G. Mihaela Ungureanu - București, Matrix Rom, 2008. Bibliogr. ISBN 978-973-755-409-3. 186 p.
4. Ad. Mateescu, N. Dumitriu, L. Stanciu. “Semnale și sisteme. Aplicații în filtrarea semnalelor”, Editura Teora, 2001. 806 p.
5. Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления сверток. Издательство: Радио и связь. 1985г. – 248с.
6. Rivard G. K., Direct Fast Fourier Transform of Bivariate Functions, IEEE Trans. Acoustics, Speech, and Signal Processing. ASSP-25, No. 3, 250-252.