

Multiresolutie ruisonderdrukking in beelden toegepast op meerdere beschadigde beeldversies

1. Inleiding

In dit project passen we multiresolutie ruisonderdrukking in beelden toe om een onbekend ideaal beeld te schatten op basis van meerdere beschadigde versies. In verschillende praktische situaties hebben we meerdere aangetaste versies van dezelfde of gelijkaardige beelden. Bijvoorbeeld, veronderstel een videosequentie met ruis. Als we een paar opeenvolgende frames kiezen waarin de beweging niet significant is, dan kunnen deze frames gezien worden als meerdere versies van hetzelfde beeld. Een ander voorbeeld komt voort uit het scannen van beelden. Veronderstel dat we een beeld inscannen, en dat we niet tevreden zijn met het resultaat. We herhalen daarom het inscannen een aantal keren en dan combineren we deze verschillende versies om één resultaat van hogere kwaliteit te verkrijgen. De standaard methode voor het combineren van meerdere versies is hun gemiddelde berekenen. In dit project bestuderen we een betere aanpak, gebaseerd op wavelet thresholding.

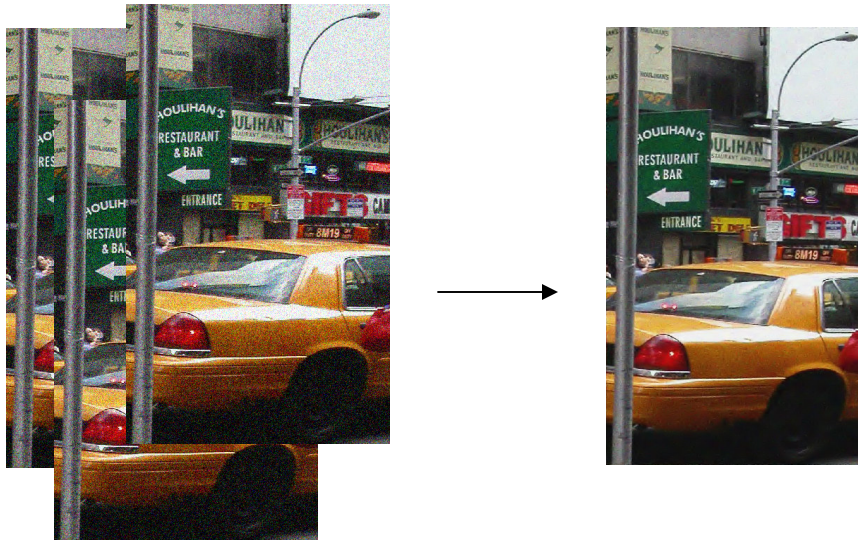


Fig. 1. Het combineren van meerdere gedegreerde beeldversies bij schatting van het ruisvrije beelddata.

Materiaal dat ter beschikking staat:

Artikels:

- [1] S. G. Chang, B. Yu, and M. Vetterli, "Adaptive wavelet thresholding for image denoising and compression," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 9, no. 9, pp. 1532-1546, Sep. 2000.
- [2] S. Grace Chang, Bin Yu, and Martin Vetterli, "Wavelet thresholding for multiple noisy image copies," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 9, no. 9, pp. 1631-1635, Sep 2000.

Software:

- WaveDecDaub.zip (Matlab programma's voor orthogonale en niet-gedecimeerde wavelettransformatie met orthogonale wavelets van Daubechies)
- WavSpline.zip (Matlab programma's voor niet-gedecimeerde wavelettransformatie met bi-orthogonale "qubic spline" wavelet van Mallat)
- EstimateGenLapPar.zip (Matlab code om de parameters van een algemene Gaussiaanse distributie te schatten op basis van verruiste observaties)

Scanner: beschikbaar op TELIN/IPI.

2. Opgave

2.1. Ruisonderdrukking door wavelet thresholding: orthogonale transformatie

1. Een educatief programma voor het berekenen van de wavelettransformatie van beelden en voor het visualiseren ervan wordt ter beschikking gesteld. Pas dit programma toe op verschillende ruisvrije beelden. Op welke posities vind je de waveletcoëfficiënten met grote absolute waarden? Pas nu de wavelettransformatie toe op een beeld waaraan witte Gaussiaanse ruis toegevoegd werd. Leg uit aan de hand van dit voorbeeld waarom de wavelet transformatie aantrekkelijk is voor de ruisonderdrukking.
2. De eenvoudigste manier om ruis in het wavelet domein te verwijderen is “thresholding”. Als de magnitude van de coëfficiënt kleiner is dan een goedgekozen drempelwaarde dan wordt de coëfficiënt op nul gezet. De resterende coëfficiënten blijven bij “hard-thresholding” onveranderd. Bij “soft-thresholding” wordt de drempelwaarde afgetrokken van de magnitude van de resterende coëfficiënten. Maak enkele nuttige aanpassingen aan het bijgevoegde Matlab programma zodat je met de “hard-thresholding” en met de “soft-thresholding” kan experimenteren. Bijvoorbeeld, het programma vraagt je (via een dialoog venster) welke drempelwaarde je kiest en of je hard- of soft-thresholding kiest. Dan voert het programma het gekozen thresholdingstype uit op de waveletcoëfficiënten voor de reconstructiestap. (Hiervoor kan je ook de matlab functies “thselect” en “wthresh” gebruiken). Probeer enkele conclusies over wavelet-thresholding te maken op basis van de experimenten. Wat is het verschil tussen ruisonderdrukkingresultaten van het gemiddelde-waarde filter en de wavelet thresholding? Wat is de verschil tussen resultaten van “hard-thresholding” en van “soft-thresholding”? (Opmerking: thresholding is enkel van toepassing op de waveletcoëfficiënten (band-/hoogdoorlaatcoëfficiënten). De laagdoorlaatcoëfficiënten blijven hierbij ongewijzigd.)
3. Een Bayesiaanse wavelet thresholding methode is beschreven in [1]. Binnen het Bayesiaanse raamwerk wordt een a priori distributie verondersteld voor de originele (ruisvrije) waveletcoëfficiënten. Zij vat in zekere zin de voorkennis samen die men heeft omtrent de mogelijke waarden die ruisvrije waveletcoëfficiënten kunnen aannemen. Welke a priori distributie wordt verondersteld in deze aanpak? Wat is het verband tussen de standaardafwijking van het ruisvrije signaal en de parameters van deze a priori distributie? Schrijf, gebruikmakend van het wavelet decompositie programma, de Matlabcode voor BayesShrink wavelet denoising. Merk op: voor het ter beschikking gestelde type van wavelet decompositie is de standaardafwijking van de ruis gelijk in elke subband. Toon en bespreek enkele resultaten.

2.2 Het gebruiken van niet-gedecimeerde transformatie

1. De gedecimeerde (orthogonale) wavelettransformatie is niet invariant ten opzichte van translatie (**niet shift-invariant**) terwijl de niet gedecimeerde transformatie wel *shift-invariant* is. Wat betekent dat en waarom is dit belangrijk? Geef een verklaring in eigen woorden en illustreer met een goedgekozen voorbeeld. (Voor de illustratie kan je bvb. de waveletcoëfficiënten van een eendimensionale signaal of van een beeldlijn aantonen).
2. Herhaal de ruisonderdrukking experimenten met BayesShrink maar nu gebruik makend van de niet-gedecimeerde wavelettransformatie. Gebruik dezelfde waveletfunctie als bij de orthogonale wavelettransformatie. Welke transformatie levert betere resultaten op en waarom? Illustreer.
3. De beschikbare software WavSpline.zip omvat Matlab functies en demo's voor niet-gedecimeerde wavelettransformatie met zogenaamde “randdetectie-wavelets”) (dit zijn de bi-orthogonale cubic spline wavelets van Mallat en Zhong). Bekijk de demo's. Maak een testbeeld met ruis en probeer de echte beeldranden te detecteren door de

corresponderende waveletcoëfficiënten uit subbanden van dezelfde oriëntatie en verschillende resolutieschalen te vermenigvuldigen. Men noemt deze vermenigvuldigingen *inter-schaal-correlaties*. Opgelet: er is een verschuiving van de corresponderende coëfficiënten van schaal tot schaal en daarom moet je de bijgevoegde functie voor de compensatie van deze verschuivingen gebruiken. Toon en bespreek enkele resultaten voor de verschillende niveaus van ruis.

4. Bedenk en implementeer een eenvoudige ruisonderdrukking techniek op basis van de *inter-schaal-correlaties* uit het vorige puntje. Toon en bespreek de resultaten. Bespreek ook mogelijke verbeteringen (deze hoef je niet te implementeren).

2.3 Ruisonderdrukking met meerdere beeldversies

1. Maak meerdere versies met ruis aan van testbeeld 1 en pas daarop twee verschillende denoising strategieën uit [2] toe: (i) eerst uitmiddelen en dan thresholden en (ii) eerst thresholden en dan uitmiddelen. Herhaal dit voor verschillende ruisniveaus en voor verschillende aantallen van beeldversies. Is één procedure altijd beter dan de andere of niet? Illustreer dit met je resultaten. Wat zijn de voor- en nadelen van beide methoden? Vergelijk de methoden met eenvoudig uitmiddelen in het beelddomein: wat stel je vast?
2. Pas deze techniek toe op image scanning. Scan een beeld meerdere keren in aan 600dpi en probeer een resultaat van betere kwaliteit te verkrijgen door de ingescande beelden te combineren. Merk op: om verschillende scans te verkrijgen, is het mogelijk dat je je beeld voor elke scan een klein beetje moet verplaatsen in de scanner. De ingescande versies moeten geregistreerd (perfect gealigneerd) worden alvorens je de ruisonderdrukking m.b.v. meerdere beeldversies kan toepassen. Gebruik voor de beeldregistratie de tools beschikbaar in Matlab (zie Image Registration Demos uit de Matlab Image Processing Toolbox). Om de rekentijd te verminderen, mag je een deel van elk ingescande beeld uitknippen (bv. 512x512 pixels).