لینک های مفید

سرویس های
ویژه

بلاگ
مرکز اطلاعات علمی

فیلم های
آموزشی

سرویس
ترجمه تخصصی
STRS

کارگاه های
آموزشی

عضویت
درخبرنامه

بهینه سازی فرآیند Pan-Sharpening به کمک فضای فرکانس

با استفاده از فیلتر های نرم

طیبه صدیق[1]، علیرضا صفدری نژاد[2]، محمد طالعی[3]، محمدجواد ولدان زوج[4]

1. دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی، دانشکده ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
Seddigh_ta@yahoo.com
2.دانشجوی دکتری سنجش از دور، ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
Safdari_nezhad@sina.kntu.ac.ir
3. استادیار دانشکده مهندسی ژئوماتیک دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
taleai@sina.kntu.ac.ir
4. دانشیار دانشکده مهندسی ژئوماتیک دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
valadan@sina.kntu.ac.ir

چکیده

فرآیند تلفیق تصاویر بعنوان روشی جهت دستیابی به تصاویری با کیفیت بالاتر طیفی و مکانی مطرح می باشد و روشهای مختلفی در این زمینه توسعه داده شده است. در تحقیق حاضر از فضای فرکانس برای تلفیق تصاویر استفاده شده است و هدف بهینه سازی روشهای موجود پیشنهادی در این زمینه می باشد. بدین منظور فیلتر نرم شده جایگزین فیلتر قطعی اعمال شده به تصاویر گردید. نتایج حاصل از اعمال فیلتر نرم شده با تصا ویر فیلتر قطعی مورد مقایسه قرار گرفت. در نهایت برای محاسبه فاصله مناسب بر حسب واحد پیکسل نسبت به مرز قطعی، جهت نرم سازی فیلتر قطعی از روش Watershed Segmentation استفاده شد.

کلید واژه : تلفیق تصاویر، فضای فرکانس، فیلتر نرم شده

1- مقدمه

مفهوم تلفیق داده اولین بار در دهه 1950 و 1960 مطرح شد و هدف، ارائه روشهای کاربردی برای ادغام تصاویر از سنسورهای مختلف برای ایجاد یک تصویر ترکیبی با قابلیت شناسایی بهتر عوارض مصنوعی و طبیعی بود. بیشتر ماهواره-های مشاهداتی زمین، اطلاعات را به دو شکل متفاوت چند طیفی با قدرت تفکیک مکانی پایین(اما طیفی بالا) و پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی بالا (اما طیفی پایین) ذخیره می‌کنند. برای بسیاری از کاربردها، ترکیب داده‌های

حاصل از سنسورهای مختلف اطلاعات کامل‌تری را در اختیار ما قرار می‌دهند. هدف تلفیق تصاویر[1]، ترکیب اطلاعات چند طیفی و پانکروماتیک برای ایجاد یک تصویر چند طیفی تلفیقی است که اطلاعات مکانی را از تصویر پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی بالا و مشخصات طیفی را از تصویر چند طیفی با قدرت تفکیک بالای طیفی کسب می‌کند[1].

تاکنون روشهای مختلفی برای تلفیق تصاویر پانکروماتیک و چند طیفی ارائه شده است. بررسی کاملی در این زمینه توسط Pohl and Van Genderen انجام شده است. برخی از متدهای موجود عبارتند از HIS ، Brovey ، PCA و Gram-sechmidt و ...[4] . در برخی دیگر از روشها از فضای فرکانس[2] بعنوان تلفیق تصاویر بهره گرفته شده است که استفاده از تبدیل فوریه، ویولت و کرولت [2] نمونه‌ای از فضاهای محاسباتی بوده که تاکنون در حوزه تلفیق تصاویر بکارگرفته شده‌اند. در تحقیق انجام شده توسط صفدری نژاد و همکاران [1-3]، تلفیق تصاویر چند طیفی و پانکروماتیک در حیطه فرکانس انجام شد و نتایج حاصله نشان داد که استفاده از تبدیل فوریه، روش مناسبی جهت انجام تلفیق تصاویر می‌باشد. در روش ذکر شده، پس از محاسبه ابعاد بهینه بلوک تلفیق، بلوک محاسبه شده به تصاویر چند طیفی و پانکروماتیک اعمال می‌شود. اما از آنجاییکه یک برش قطعی ار فضای فرکانس انجام می‌شود و برابر ابعاد بلوک از تصویر چند طیفی جدا می‌شود و با تصویر پانکروماتیک جایگزین می‌شود، در مرز تلفیق، اطلاعات دچار تغییر یکباره شده و عوارض موجود در تصویر دارای اعوجاع می‌باشند.

در این مقاله از فضای فرکانس فوریه بعنوان فضای تلفیق تصاویر پانکروماتیک و چند طیفی استفاده و برای بهبود تصویر حاصل، دو تصویر به کمک یک فیلتر نرم شده تلفیق شده‌اند. برای یافتن حدود اعمال فیلتر نرم شده به تصاویر پانکروماتیک و چند طیفی، استفاده از Watershed Segmentation مورد بررسی قرار گرفته است.

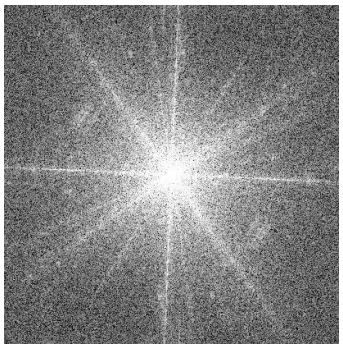
ساختار این مقاله مشتمل بر 4 بخش بوده که در بخش نخست مقدمه‌ای با هدف معرفی جایگاه تلفیق تصویر و طرح مساله از نظر گذشت. در بخش دوم متدولوژی، در بخش سوم پیاده سازی و در پایان، بخش چهارم به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات اختصاص دارد.

2-متدولوژی

2-1- تلفیق تصاویر در فضای فرکانس

روشهای تلفیق تصاویر را می‌توان به دو گروه وسیع حوزه مکان و روشهای توسعه یافته در حوزه فرکانس دسته بندی نمود. در روشهای فضای فرکانس بیشتر از تبدیلاتی همچون فوریه، wavelet، curvelet و ... برای تبدیل تصاویر از فضای مکان به فضای فرکانس و برعکس استفاده می‌شود. تبدیل فوریه یک ابزار پردازشی است که برای تبدیل تصویر به مولفه-های سینوسی و کسینوسی آن استفاده می‌شود. خروجی تبدیل، تصویر را در حیطه فرکانس نمایش می‌دهد در حالیکه ورودی آن تصویری در حیطه مکان است. با تبدیل فوریه، تصویری هم بعد تصویر اولیه در حیطه فرکانس تولید می‌شود

که هر پیکسل آن نشان‌دهنده یک فرکانس خاص موجود در تصویر حیطه مکان است[1]. شکل(1- الف)تصویری در حیطه مکان و شکل(1- ب)تصویر متناظر آن را در فضای فرکانس نمایش می‌دهد. در تصویر شکل(1- ب)مرکز تصویر معرف پائین ترین فرکانس است و با فاصله گرفتن از مرکز، به سمت فرکانس‌های بالا در ترم های سینوسی و کسینوسی حرکت می‌شود.



شکل 1- الف- تصویر در حیطه مکان **شکل 1-ب- تصویر در حیطه فرکانس**

شکل 1 - تصویر در حیطه ی مکان و طیف فرکانس متناظر آن در تبدیل فوریه

2-2-1- فیلتر سازی تصاویر

در دو تصویر پانکروماتیک و چندطیفی، می‌توان فرض نمود بیشترین اطلاعات مرتبط با فرکانس در تبدیل فوریه که به واسطه‌ی ماهیت تکرارشونده ی مقادیر درجات خاکستری تصاویر چندطیفی پس از فرآیند نمونه‌برداری مجدد ایجاد شده، در قیاس با تصویر پانکرومایتک در محدوده‌ی فرکانس‌های پائینی از نقطه نظر ترمهای سینوسی و کسینوسی واقع می‌گردند. از طرفی به خاطر توان بالای تفکیک مکانی تصویر پانکروماتیک، جزئیات بیشتری از منطقه‌ی تحت پوشش زمینی کسب گردیده که توان تفکیک رادیومتریکی بالای تصویر، منجر به تجمیع اطلاعات بیشتری از نقطه نظر فرکانس-های بالا در حیطه‌ی تبدیل فوریه می‌گردد. از این روی، منطقی به نظر می‌رسد که بتوان اطلاعات فرکانس بالا را از تصویر پانکروماتیک با اطلاعات فرکانس پائین تصاویر چند طیفی نمونه‌برداری شده، در حیطه‌ی فرکانس تلفیق نمود و انتظار داشت که نتایج حاصل، به نحوی مؤید پروسه ی Pan Sharpening باشند[1].

2-2-2- بهینه سازی ابعاد فیلتر

قابلیت روش ذکر شده در بخش 2-2-1 در فرآیند Pan Sharpening به وضوح قابل مشاهده است. اما نکته‌ای که در حوزه‌ی استفاده از این تکنیک می‌بایست مدنظر قرار گیرد، یافتن ابعاد بلوک بهینه‌ای است که بتواند همزمان اطلاعات

طیفی و حد تشخیص مکانی را تامین نماید. کوچک بودن بلوکها منجر به میل به سوی تصویر پانکروماتیک و افزایش ابعاد بلوک میل به سوی تصویر چندطیفی را به همراه خواهد داشت. در روش پیشنهادی توسط صفدری‌نژاد و همکاران، به کمک توسعه‌ی شاخص کارآمدی مبتنی بر فاصله از قطر اصلی فضای ویژگی[3] و همچنین بهره‌گیری از شاخص‌آماری انحراف استاندارد از میانگین، ابعاد فیلتر بهینه تلفیق به طور خودکار شناسایی می‌گردد. به همین خاطر، به نظر می‌رسد می‌توان شاخصی جهت یافتن حدآستانه ای مناسب برای ابعاد بلوک تلفیق به واسطه ی دو معیار فاصله ی اقلیدسی و انحراف معیار تدوین نمود.

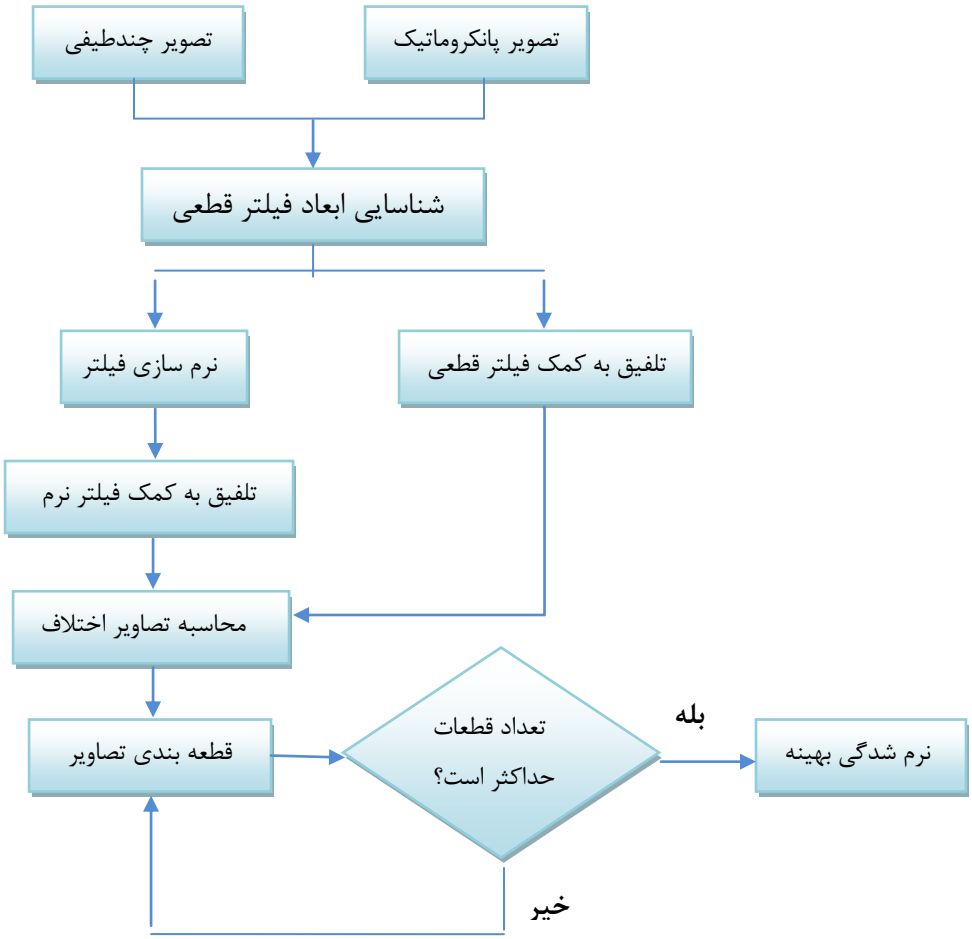
2-2- جایگزینی فیلتر های نرم با فیلتر قطعی

با در نظر گرفتن فضای فرکانس بعنوان فضای تلفیق و بکارگیری روش مطرح شده در بخش 2-1، ابعاد بلوک بهینه بصورت قطعی برای انجام تلفیق قابل محاسبه خواهد بود. همانطور که پیش از این بیان شد، اعمال بلوک محاسبه شده به تصاویر مورد پردازش، باعث تغییر یکباره مقادیر تصاویر فضای فرکانس در مرز تلفیق، و تبع آن انتقال این اثر به حیطه مکان شده که در نهایت منجر به بروز اعوجاجاتی می‌گردد. شایان ذکر است که این اثرات در بخش(3) بر روی داده‌های واقعی نمایش داده شده است.

در این تحقیق سعی بر این بود که از تغییر یکباره مقادیر در مرز تلفیق ممانعت شود و در این راستا استفاده از فیلترهای نرم شده مورد توجه قرار گرفت. بدین صورت که پس تبدیل به فضای فرکانس و محاسبه ابعاد قطعی بهینه بلوک، در محدوده‌ای اطراف مرز بلوک، فیلتر نرم شده اعمال گشته تا تغییرات بتدریج صورت گیرد. روش پیشنهادی جهت اعمال فیلتر بدین صورت است که یک تابع انتخابی به تصویر پانکروماتیک و متمم آن به تصویر چندطیفی اعمال می‌شود و در تصویر تلفیقی در این محدوده، مقادیر پیکسل‌ها تجمیع مقادیر پیکسل‌های دو تصویر خواهد بود و در نهایت تصویر حیطه فرکانس به فضای مکان تبدیل می‌شود. نمونه ای از فیلتر نرم شده و متمم آن در شکل 2 نشان داده شده است.

شایان ذکر است که یافتن سطح نرم شدگی در فیلترهای تولیدی بعد از شناسایی ابعاد فیلتر تلفیق بعنوان یکی از واریانت‌های طراحی سایز و شکل مناسب این فیلتر محسوب شده که در این پژوهش بکمک تحلیل‌های مورفولوژی و قطعه‌بندی تصویری بر روی تصاویر اختلاف فیلتر قطعی و نرم، سعی بر اتوماسیون آن شده است. نتایج این راهکار و جزییات اجرایی آن در بخش پیاده‌سازی ارائه شده است. مراحل انجام روش پیشنهاد شده در شکل 3 نشان داده شده است.

شکل 2 – نمونه ای از فیلتر نرم اعمال شده به تصاویر و متمم آن



شکل 3 – مراحل انجام روش پیشنهادی جهت اعمال فیلتر نرم

3- پیاده سازی و نتایج

3-1- پیاده سازی روش تلفیق به کمک فیلترهای قطعی

تصویر انتخاب شده، دارای 78×63 پیکسل برای تصویر چند طیفی و312×252 پیکسل برای تصویر پانکروماتیک می‌باشد. انجام فرآیند تلفیق مستلزم هم بعد نمودن تصاویر است، لذا با انجام یک نمونه برداری مجدد، تصاویر چندطیفی با حفظ قدرت تفکیک مکانی اولیه، دارای ابعادی برابر با تصویر پانکروماتیک گردید. ابتدا تصاویر چند طیفی و

پانکروماتیک به فضای فرکانس انتقال داده شد و سپس فیلتر محاسبه شده با ابعاد قطعی به تصاویر اعمال شد و تصاویر حاصل به حیطه‌ی مکان بازگشت داده شدند. تصاویر قبل و بعد از اعمال فیلتر در شکل 4 نشان داده شده است.

شکل 4-الف : تصویر حاصل بعد از اعمال فیلتر قطعی

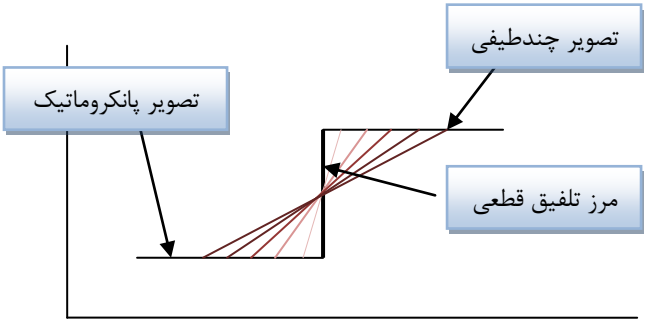
شکل 4-ب تصویر قبل از اعمال فیلتر

شکل 4 : تصاویر قبل و بعد از اعمال فیلتر قطعی

3-2- پیاده سازی روش تلفیق به کمک فیلترهای نرم

در روش ذکر شده بالا، از یک فیلتر قطعی بمنظور تلفیق تصاویر بهره گرفته شد. از آنجاییکه در این روش، در مرز تلفیق تصاویر در حیطه فرکانس، اطلاعات دچار تغییر یکباره می‌شوند، می‌توان استنباط نمود که با استفاده از یک فیلتر نرم شده، تغییر اطلاعات به تدریج به تصاویر اعمال می‌شود و این احتمال وجود دارد که تصویر حاصل مکانی، از لحاظ طیفی کیفیت بالاتری داشته باشد.

فیلتر قطعی تعریف شده در بخش 3-1 را می‌توان بصورت شکل 5 (خطوط سیاه) نمایش داد. همانطور که از شکل پیداست، در مرز تلفیق، مقادیر تصویر حاصل، از تصویر پانکروماتیک به تصویر چندطیفی تغییر می‌یابد. برای نرم نمودن این فیلتر، توابعی خطی مطابق شکل 5 (خطوط رنگی) اطراف فیلتر قطعی تعریف می‌شود که دارای حالت قرینه نسبت به مرز قطعی تلفیق می‌باشد. در محدوده‌ای که تابع تعریف می‌شود، مقادیر تصویر نهایی ترکیبی از مقادیر تصویر پانکروماتیک و چندطیفی می‌باشد. به عبارت دیگر، در مناطق مذکور، فرکانس‌های تصاویر پانکروماتیک و چندطیفی بطور همزمان و با سهم تعلق‌های متفاوتی در بازسازی تصویر نهایی نقش خواهند داشت.



شکل 5 – تفاوت بین فیلتر قطعی و فیلتر نرم شده

بمنظور پیاده سازی فیلتر نرم، ابتدا تصاویر چند طیفی و پانکروماتیک به فضای فرکانس انتقال داده شد. سپس ابعاد بلوک قطعی برای تلفیق تصاویر با روش بخش 3-1 محاسبه شد. سپس یک تابع خطی در نظر گرفته، و برای فواصل مختلف، بر حسب یک واحد پیکسل نسبت به مرز قطعی، فیلترهای نرم شده در ابعاد مختلف حاصل شده و به تصاویر چندطیفی و پانکروماتیک اعمال شد. سپس تصاویر پانکروماتیک و چند طیفی حاصل با هم تلفیق، و نتیجه آن به فضای مکان نگاشت یافت. نتایج حاصل مبین این مطلب است که در تصاویر بدست آمده، اعوجاجات کمتری مشاهده می‌شود و تصویر کیفیت بهتری نسبت به تصویر حاصل بخش 3-1 دارد.

همانطور که پیش از این بیان شد، فیلتر نرم شده را برای فواصل مختلفی می‌توان محاسبه نمود. تصاویر حاصل نشان می‌دهد که تا مقدار خاصی، به ازای افزایش فاصله، کیفیت تصاویر بهبود می‌یابد و پس از آن کیفیت تغییر چشمگیری ندارد. حال این سوال مطرح می‌شود که کدام تصویر دارای کیفیت بهتری می‌باشد و می‌توان بعنوان تصویر بهینه انتخاب نمود.

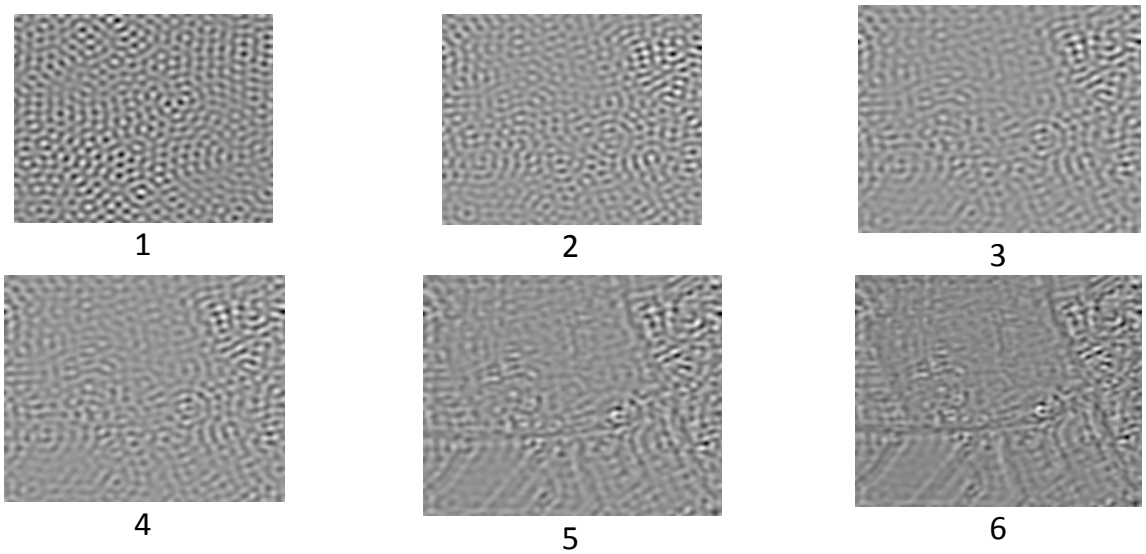
بمنظور تعیین فاصله بهینه برای نرم سازی فیلتر، اختلاف بین تصویر حاصل از فیلتر قطعی و فیلترهای نرم محاسبه شده به ازا فواصل مختلف بر حسب یک واحد در مقیاس پیکسل، محاسبه شد و با بکارگیری Watershed Segmentation فاصله مطلوب تعیین شد.

3-4- راهکار پیشنهادی به منظور یافتن میزان نرم شدگی فیلتر قطعی

تصاویر حاصل از محاسبه اختلاف بین تصویر با فیلتر قطعی و فیلتر نرم که در شکل 6 نمایش داده شده است، مبین این مطلب است که با بزرگ شدن ابعاد فیلتر نرم، رفتارهای سیستماتیک با توزیع یکنواخت در فضای تصویر ایجاد شده که به تدریج با افزایش میزان نرم شدگی فیلتر، عوارض در تصویر اختلاف نمایان می‌شوند. بعبارت دیگر هرچه تصویر ناشی از اختلاف از بافت منظم‌تر و سراسری تر بهره‌مند باشد انتظار می‌رود که بیشترین میزان اثرات پریودیک ترم‌های سینوسی و کسینوسی در فرایند تلفیق در زمان بکارگیری فیلتر نرم کاسته شده باشد. بدیهی است که در صورت بروز شکل عوارض تصویری در تصویر حاصل از اختلاف، فرایند تخریب قدرت تفکیک مکانی صورت پذیرفته است. لذا یک فرآیند بهینه سازی برای محاسبه میزان نرم شدگی فیلتر نیاز داریم.

از دو پارامتر می‌توان برای تعیین میزان نرم شدگی استفاده نمود، نخست اینکه عوارض مشخص کمتری در تصویر اختلاف حاصل شوند و دوم اینکه توزیع یکنواخت تصاویر تفاضلی بیشتر باشد. در این صورت می‌توان نتیجه گرفت که بهینه سازی تصویر، صورت گرفته است. در این راستا از Watershed Segmentation استفاده نمودیم که حاصل آن قطع بندی تصاویر می باشد و براساس تعداد قطعات شناسایی شده در تصاویر اختلاف، میزان نرم شدگی را محاسبه نمودیم.

هرچه تعداد قطعات بیشتر باشد، بیانگر این مطلب است که توزیع یکنواخت در فضای تصویر اثرات کوچکتری دارد. تعداد کمتر نشان می‌دهد که وسعت تفاضل‌ها در قطعات بزرگتر است، و بتدریج عوارض در تصویر اختلاف نمایان می‌شوند. بر این اساس قطعات با ابعاد مختلف روی تصویر اعمال می‌شوند، و فیلتری که بتواند حداکثر تعداد قطعات تصویری را تولید کند، مناسب خواهد بود. بعبارت دیگرحداکثر تعداد نشان می‌دهد که قطعات مساحت کمتری دارند و بعلاوه تعداد آنها در فضای تصویر زیاد است.



شکل6. تصاویر حاصل از محاسبه اختلاف بین تصویر با فیلتر قطعی و فیلتر نرم

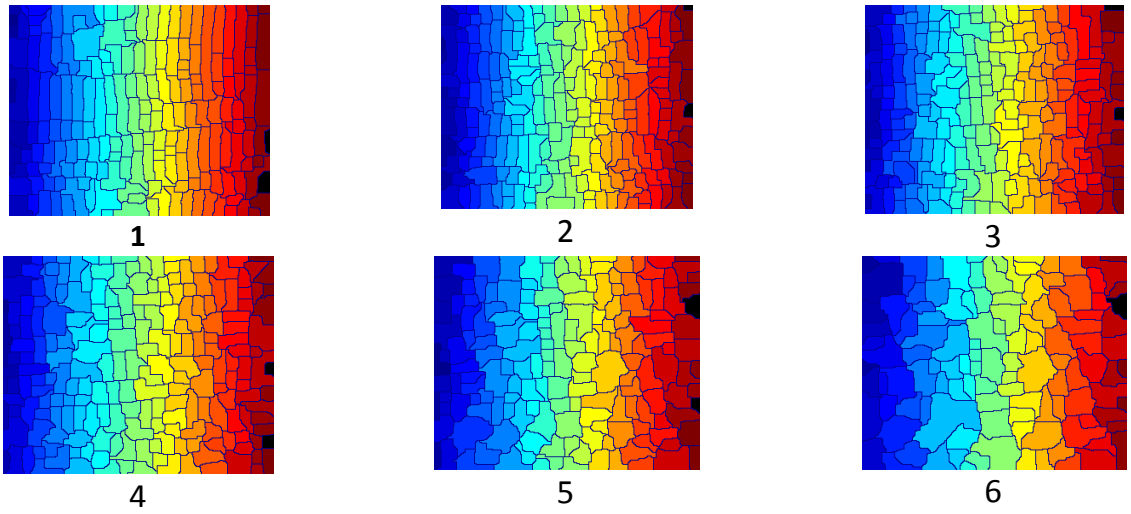
1- اعمال فیلتر نرم با شعاع 1پیکسل 2- اعمال فیلتر نرم با شعاع5 پیکسل 3- اعمال فیلتر نرم با شعاع 9 پیکسل

2- اعمال فیلتر نرم با شعاع 13 پیکسل 5- اعمال فیلتر نرم با شعاع 17 پیکسل 6- اعمال فیلتر نرم با شعاع 21پیکسل

برای اعمال روش پشنهاد شده، فیلتر نرم شده به ازای 21 واحد در مقیاس پیکسل به تصاویر اعمال شد. و تصاویر اختلاف بین این تصاویر و تصویر تولید شده با فیلتر قطعی نیز تعیین گردید. همانطور که ذکر گردید، تعداد نواحی تولید شده توسط Watershed Segmentation می‌تواند معیاری جهت ارزیابی فاصله مناسب برای نرم سازی فیلتر باشد. از این روی بر روی 21 تصویر اختلاف از Watershed Segmentation استفاده شد و تصویری که بیشترین تعداد قطعات را تولید نمود، بعنوان تصویر نرم شده بهینه انتخاب گردید.

در شکل 7 نتایج اعمال قطعه بندی تصاویر نمایش داده شده است. همانطور که از شکل پیداست تا فاصله خاصی، با افزایش نرم شدگی تعداد قطعات افزایش یافته اما با افزایش نرم شدگی با روند کاهشی تعداد قطعات تصویری مواجه

خواهیم بود. بدیهی است که فیلتری که بیشینه‌ی قطعات تصویری را مهیا سازد می‌تواند کاندید مناسبی برای فیلتر تلفیق از نقطه‌نظر نرم شدگی محسوب گردد. بر این اساس و با این استدلال میزان نرم شدگی فیلتر تلفیق تعیین گردید.



شکل 7. تصاویر حاصل از اعمال Watershed Segmentation

1- قطعه بندی با شعاع 1 پیکسل **1- قطعه بندی با شعاع 5 پیکسل** **1- قطعه بندی با شعاع 9 پیکسل**
1- قطعه بندی با شعاع 13 پیکسل **1- قطعه بندی با شعاع 17 پیکسل** **1- قطعه بندی با شعاع 21 پیکسل**

4- نتیجه گیری و پیشنهادات

بکارگیری فضای فرکانس برای تلفیق تصاویر پانکروماتیک و چندطیفی، در تحقیقات پیشین مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج آن نشان می‌دهد که این روش دارای کارایی مناسبی جهت انجام تلفیق می‌باشد. با این حال می‌توان روشهای مکمل دیگری در کنار تبدیل فوریه بکارگرفت، تا تصاویر با کیفیت بالاتری تولید شوند. در این راستا، در تحقیق حاضر فیلتر نرم شده جایگزین فیلتر قطعی گردید و تصاویر حاصل بیانگر این مطلب بود که تصاویر دارای کیفیت بهتری می‌باشند. برای نرم سازی فیلتر از تابع خطی استفاده شد و برای تعیین فاصله مناسب نرم سازی فیلتر از Watershed Segmentation بهره گرفته شد. در تحقیقات آتی می‌توان از توابع غیرخطی بعنوان مثال گوسین استفاده نمود و همچنین برای تعیین فاصله بهینه، روشهای دیگری مورد بررسی قرار گیرد.

بکارگیری فرایند تلفیق در فضای فرکانس بعنوان یک روش کارامد در تلفیق تصاویر چندطیفی و پانکروماتیک محسوب می‌شود. در این مقاله نشان داده شد که استفاده از فیلترهای قطعی در فضای فرکانس موجب ایجاد نویزهای پریودیک در تصاویر تلفیقی می‌شود. بر این اساس،در این تحقیق راهکار بکارگیری از فیلترهای نرم بجای استفاد از فیلترهای قطعی در دستور کار قرارگرفت.

نتایج پیاده‌سازی‌ها نشان داد که استفاده از فیلترهای نرم از بروز اثرات اعوجاجی در فضای تصویر جلوگیری می‌کند اما شناسایی میزان نرم شدگی فیلترهای نرم بعنوان یک موضوع تاثیرگذار در نتایج تلفیق مطرح خواهد بود. از این روی، در ادامه‌ی این تحقیق راهکاری اجرایی بمنظور شناسایی میزان نرم‌شدگی فیلترهای نرم در فرایند تلفیق پیشنهاد و مورد پیاده‌سازی قرار گرفت.

از آنجاییکه با افزایش نرم‌شدگی فیلتر قطعی، عوارض بارز (با جزییات بالا و عمدتاً نزدیک لبه‌ها) در تصویر حاصل از اختلاف (تصویر بدست آمده از تلفیق بکمک فیلتر قطعی و فیلتر نرم) ظاهر می‌شدند؛ معیار بهینه بودن سطح نرم شدگی فیلتر بر اساس توزیع مکانی ویژگی‌های بافتی تصویر اختلاف پایه ریزی شد. بر این اساس با قطعه‌بندی تصویر اختلاف بکمک روش Watershed segmentation و از طریق شمارش تعداد قطعات تصویری میزان نرم شدگی فیلتر قطعی شناسایی شد.

استفاده از توابع گوسی برای تولید فیلترهای نرم و یا ارائه راهکاری بمنظور شناسایی همزمان شعاع قطعی و میزان نرم‌شدگی فیلتر تلفیقی می‌توانند بعنوان افق‌های تحقیقاتی در این زمینه در نظر گرفته شوند.

5- پانوشت

1.Image Fusion

2. Frequency Domain

3. Feature Space

مراجع

1- صفدری نژاد، علیرضا. جنتی، مجتبی. ولدان زوج، محمدجواد. مختار زاده، مهدی. *تلفیق تصاویر چند طیفی و پانکروماتیک سنجنده IKONOS به کمک تبدیل فوریه و ارائه روش جهت یافتن فرکانس های بهینه تلفیق*. همایش ملی ژئوماتیک 90.

1. Gonzalez, R. C., Woods, R. E., Swain, W. T., 1986, *'Digital Image Processing: An Introduction'*,
Digital Design, 16 (4), pp: 116-165.

2. Nencini, F., Garzelli, A., Baronti, S., Alparone, L., 2006, *'Remote Sensing Image Fusion Using the Curvelet Transform'*, Information Fusion, 8, pp: 143–156.

3. Safdarinezhad, Alireza. Rahmanizadeh, Arash. M. J. Valadan Zoej, Mokhtarzade, Mehdi. Jannati, Mojtaba. *Robust Method for IKONOS Imagery Fusion in Frequency Domain*,

International Conference on Advancements in Electronics and Power Engineering (ICAEPE'2011) Bangkok Dec., 2011

4. Tu, T. M., Su, S. C., Shyu, H. C., Huang, P. S., 2001, *'A New Look at IHS-like Image Fusion Methods'*, Information Fusion, 2 (3), pp: 177–186.

5. Wang, Z., Ziou, D., Armenakis, C., Li, D., Li, Q., 2005, *'A Comparative Analysis of Image Fusion Methods'*, IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing., 43 (6), pp: 1391–1402.

لینک های مفید

سرویس های
ویژه

بلاگ
مرکز اطلاعات علمی

فیلم های
آموزشی

سرویس
ترجمه تخصصی
STRS

کارگاه های
آموزشی

عضویت
درخبرنامه