

تناظریابی عوارض نقطه ای در تصاویر برد کوتاه با استفاده از تبدیل افاین و الگوریتم ژنتیک

فریبا زارعی^{۱*}، حمید عبادی^۲، فرید اسماعیلی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فتوگرامتری-دانشکده مهندسی نقشه برداری-دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲- دانشیار دانشکده مهندسی نقشه برداری-دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۳- دانشجوی دکتری فتوگرامتری-دانشکده مهندسی نقشه برداری-دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده:

عوامل متعددی همچون پیچیدگی و اختلاف ساختار هندسی تصاویر برد کوتاه منجر به بروز چالشهای مختلف در فرآیند تناظر یابی می گردند. در این مقاله یک الگوریتم تناظریابی عارضه مبنا ی کارآمد در قالب پنج مرحله جهت استخراج نقاط ثقل عوارض موضعی ناحیه مبنا در تصویر و تناظریابی این نقاط جهت تشکیل مدل سه بعدی ارائه شده است. در مرحله اول ابتدا تصویر به منظور استخراج عوارض موضعی ناحیه مبنا قطعه بندی می گردد. در مرحله دوم تصویر جهت کلاسه بندی عوارض موضعی بر مبنای ویژگی های مبنا برچسب دهی می شود. این مرحله به منظور استخراج عوارض موضعی ناحیه مبنا مورد نظر از دیگر عوارض موضعی و افزودن ویژگی های مبنا به آنها انجام می شود. در مرحله سوم نقاط ثقل نواحی استخراج می گردند. در مرحله چهارم تناظریابی بین نقاط ثقل با استفاده از یک روش جدید مبتنی بر تعیین ضرایب تبدیل افاین بین جفت تصاویر با استفاده از الگوریتم ژنتیک و نتایج طبقه بندی شی گرا انجام می پذیرد. نتایج نشان می دهد که الگوریتم توانسته تا ۹۰ درصد نقاط را به درستی منطبق کند.

واژه های کلیدی: تناظریابی، فتوگرامتری برد کوتاه، تبدیل افاین، الگوریتم ژنتیک، قطعه بندی، برچسب دهی

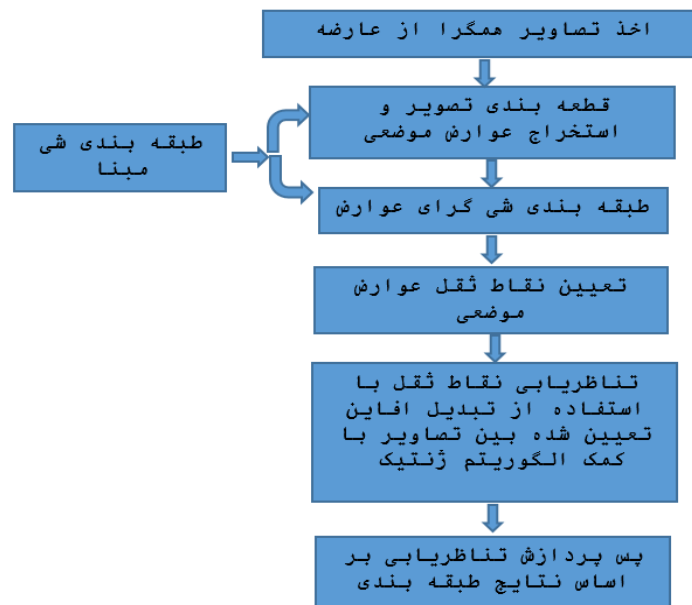


۱- مقدمه

تناظریابی یکی از اصلی ترین فرآیندهای لازم جهت به کارگیری تصاویر فتوگرامتری برد کوتاه در اهداف مختلف نظیر مدل سازی سه بعدی است [۱, ۲]. منظور از تناظریابی تعیین مطابقت میان موقعیت های نظیر در دو یا چند تصویر از یک منظره یکسان می باشد [۳]. از نقطه نظر عملکرد، می توان روش های تناظریابی را در دو گروه کلی ناحیه ای و عارضه ای تقسیم بندی کرد. روشهای ناحیه ای روش هایی هستند که در آنها سعی بر تعیین نواحی تصویری مشترک و متناظر در تصاویر گردیده و در مرحله بعد با استفاده از الگوریتم های تناظریابی، نقاط مشترک در دو تصویر تعیین می گردند. در روش های عارضه مبنا ابتدا بر مبنای یک استخراج گر مناسب، عوارض موجود در تصاویر استخراج گردیده (نقاط، حباب ها و نواحی) و در مرحله بعد بر مبنای این عوارض استخراج شده نسبت به تعیین نقاط متناظر موجود اقدام می گردد [۳]. بسیاری از روش های تناظریابی موجود، در مواجهه با تصاویر همگرا با قدرت تفکیک مکانی بالا به دلیل عوامل مختلفی چون نوع دوربین (یا سنسور) و زاویه دید متفاوت آن، اعوجاجات هندسی، جابجایی ناشی از اختلاف ارتفاع و مناطق پنهان شده در تصاویر، اختلاف مقیاس، اختلاف روشنایی و سطوح با بافت متفاوت کارایی لازم را ندارند [۴]. روش های ناحیه مبنا با وجود دقت مکانی بالا به علت آنکه از درجات خاکستری به عنوان معیار اصلی استفاده می کنند، قادر به حل برخی از مشکلات ذکر شده نیستند. اما در روش های عارضه مبنا علاوه بر درجات خاکستری از ویژگی های دیگر عوارض استخراجی نیز استفاده می شود. بنابراین این روش ها می توانند تا حدودی مشکلات مطرح در حوزه تناظریابی را حل نمایند. در تصاویر برد کوتاه عوامل متعددی همچون پیچیدگی و اختلاف ساختار هندسی تصاویر منجر به بروز چالشهای مختلف در فرآیند تناظریابی می گردند. بر این اساس روش های تناظریابی ناحیه مبنا اغلب عملکرد مناسبی در این تصاویر ندارند. برای رفع این مشکلات و بهبود در عملکرد تناظریابی، در این مقاله یک روش ترکیبی عارضه مبنا با استفاده از نقاط ثقل عوارض موضعی ناحیه ای که تا حدود زیادی از دوران، تغییر مقیاس و تغییر منظر (مشکلات تصاویر برد کوتاه) تاثیر کمتری می پذیرند، سعی بر حل مشکلات این تصاویر دارد. برای تعیین این عوارض در تصویر، از یک فرآیند طبقه بندی شیء گرا استفاده شده است. به نحوی که ابتدا اشیاء تصویری منطبق بر عوارض موضعی مورد نظر با یک روش قطعه بندی استخراج شده و سپس بر اساس فضای ویژگی شیء مبنا، در کلاس های مورد نظر برچسب دهی می گردند. تناظریابی بین نقاط ثقل این عوارض به کمک الگوریتمی مبتنی بر تعیین ضرایب رابطه افاین بین تصاویر با کمک الگوریتم ژنتیک [۵] که توسط نتایج طبقه بندی شیء گرا بهبود یافته است، انجام می پذیرد. در ادامه اجزاء الگوریتم و نتایج ارزیابی ها بیان می گردند.

۲- معرفی الگوریتم پیشنهادی در این تحقیق

الگوریتم پیشنهادی مطابق شکل (۱) از چهار مرحله کلی تشکیل شده است. پس از اخذ تصاویر همگرای برد کوتاه از عارضه مورد نظر، در گام اول عوارض موضعی ناحیه مبنا در قالب قطعه بندی تصویر، استخراج گردیده و نقاط ثقل آنها تعیین می گردد. سپس جهت تفکیک و تعیین عوارض مطلوب، با استفاده از فضای ویژگی شیء مبنا و با کمک الگوریتم طبقه بندی نظارت شده knn، عوارض موضعی کلاسه بندی می شوند. در گام سوم عوارض استخراج شده و طبقه بندی شده، با استفاده از الگوریتم مبتنی بر تعیین رابطه افاین بین تصاویر با کمک الگوریتم ژنتیک و نتایج طبقه بندی شیء گرا، تناظریابی می گردند. نهایتاً تناظرهای اشتباه با استفاده از نتایج طبقه بندی شیء گرا، حذف می گردند. پس از تعیین عوارض نهایی متناظر، مختصات سه بعدی آنها در فضای عارضه با کمک سرشکنی به کمک دسته اشعه بانند و سلف کالیبراسیون، تعیین می شوند. در ادامه اجزاء الگوریتم تشریح می گردند.



شکل ۱: اجزاء و روند الگوریتم معرفی شده

۲-۱- استخراج عوارض موضعی

به منظور استخراج عوارض موضعی ناحیه مینا و تفکیک شده از تصاویر، از الگوریتم های مبتنی بر طبقه بندی شی گرا استفاده شده است. در روش های طبقه بندی شی گرا برای استخراج اشیاء تصویری، اغلب از الگوریتم های طبقه بندی استفاده می گردد. تکنیک های طبقه بندی تصویر را می توان در پنج دسته کلی معرفی نمود: طبقه بندی بر اساس پیکسل [۶]، طبقه بندی بر اساس ناحیه [۷]، طبقه بندی بر اساس تشخیص لبه [۸، ۹]، طبقه بندی ترکیبی بر اساس لبه و ناحیه [۱۰] و طبقه بندی بر اساس خوشه بندی k-means [۱۱]. جهت طبقه بندی در این مقاله از یک الگوریتم بر مبنای رشد ناحیه ای بر روی پیکسل های تصویری تا یک حد آستانه از پیش تعیین شده و با اعمال پارامترهای کنترلی نرم بودن مرز نواحی^۱ و فشردگی یا کشیدگی آنها^۲ استفاده شده است. پس از استخراج نواحی، نقاط ثقل آنها تعیین گردیده اند. نقاط ثقل عوارض ناحیه ای می توانند به جهت پایداری بالا نسبت به درون، تغییر مقیاس و تغییر منظر تصویر برداری در تناظریابی تصاویر برد کوتاه که دارای پیچیدگی های هندسی می باشند، ویژگی های قابلیت تکرار^۳، تمایز^۴، پرمحتوایی^۵، موضعی و محلی بودن^۶، کمیت^۷، دقت^۸، کارایی^۹، تغییرناپذیری^{۱۰} و پایداری^{۱۱} را برای عوارض مبنای تناظریابی، تا حد زیادی تأمین نمایند. عوارض ناحیه ای حاصل از طبقه بندی در تصویر با استفاده از ویژگی های شی مینا برچسب گذاری می شوند. این اشیاء ایجاد شده در تصویر، فضای ویژگی منحصر به فردی ایجاد میکنند. به نحوی که می توان به کمک این فضای ویژگی، قبل از اینکه از این عوارض در فرآیند تناظریابی استفاده کرد، در یک فرآیند طبقه بندی شی مینا، این عوارض را تفکیک و طبقه بندی نمود. ایده اصلی این مقاله استفاده از نتایج حاصل از این طبقه بندی در فرآیند تناظریابی افاین مینا و پس پردازش نتایج آن می باشد.

¹ Smoothness
² Compactness
³ Repeatability
⁴ Distinctiveness
⁵ Informativeness
⁶ Locality
⁷ Quantity
⁸ Accuracy
⁹ Efficiency
¹⁰ Invariance
¹¹ Robustness



۲-۲- طبقه بندی و تفکیک عوارض موضعی به کمک روش طبقه بندی شیء مبنا

روش های طبقه بندی تصاویر را می توان به دو گروه کلی طبقه بندی نظارت شده و طبقه بندی نظارت نشده تقسیم کرد. همچنین از یک دیدگاه دیگر می توان این روش ها را به دو دسته پیکسل مبنا و شیء مبنا دسته بندی نمود. توانایی الگوریتم های پیکسل مبنا در طبقه بندی تصاویر هنگامی که اشیاء متفاوت اطلاعات طیفی مشابهی دارند محدود می باشند. این امر موجب کاهش صحت روش های طبقه بندی پیکسل پایه می گردد. اما در روش طبقه بندی شیء گرا ابتدا پیکسل ها بر اساس شکل، بافت و تن خاکستری در سطح تصویر با مقیاس مشخص قطعه بندی می شوند. سپس طبقه بندی تصویر بر اساس این قطعه ها و فضای ویژگی حاصل از ویژگی های هندسی، بافتی، همسایگی و غیره بر مبنای آنها، انجام می گردد [12, 13]. با توجه به اینکه در طبقه بندی شیء گرا، فضای ویژگی گسترده و منحصر به فردی بر مبنای اشیاء تصویری ایجاد شده، در اختیار می باشد، لذا در صورتی که این نواحی تصویری منطبق بر عوارض موضعی مورد نظر در فرآیند تناظریابی باشند، نتایج طبقه بندی شیء گرا می تواند جذابیت زیادی برای استفاده در تناظریابی عارضه مبنای تصویر داشته باشد. بر اساس این ایده در این مقاله جهت تناظر یابی عارضه مبنای تصاویر همگرای برد کوتاه، ابتدا در یک فرآیند طبقه بندی شیء گرا، نظارت شده، اشیاء تصویری مطابق با عوارض ناحیه ای مورد نیاز برای تناظریابی استخراج و طبقه بندی می گردند. سپس نتایج حاصل از این طبقه بندی جهت بهبود فرآیند تناظریابی عارضه مبنا بر اساس مدل ریاضی افاین، مورد استفاده قرار می گیرند. در این الگوریتم برای طبقه بندی شیء گرای عوارض موضعی، از الگوریتم نظارت شده knn و ویژگی های طیفی و هندسی عوارض موضعی از جمله مساحت، نسبت طول به عرض و ویژگی بافت استفاده شده است. انتخاب فضای ویژگی بر مبنای محتوای اطلاعاتی تصویر و عوارض موضعی مطلوب به کمک اپراتور تعیین گردیده اند. این انتخاب ممکن است در تصاویر مختلف متفاوت باشد.

۲-۳- تناظریابی عوارض موضعی

تناظریابی بین نقاط ثقل با استفاده از تعیین تبدیل افاین بین تصاویر با کمک الگوریتم ژنتیک و نتایج طبقه بندی شیء گرا انجام می شود. ایده اولیه این الگوریتم توسط Zhang و همکاران ارائه شده است [۵] و در این پژوهش بر مبنای طبقه بندی شیء گرای عوارض موضعی، نسخه بهبود یافته آن معرفی گردیده است. مجموعه نقاط ثقلی که از تصویر چپ استخراج شده است p و مجموعه نقاط ثقل استخراج شده از تصویر راست p' نام گذاری می شود. با توجه به اینکه دو مجموعه نقطه p و p' با یک تبدیل افاین به یکدیگر مرتبط هستند. برای پیدا کردن ضرایب افاین این دو مجموعه قبل از آنکه کروموزوم ها (کروموزوم ها متشکل از سه نقطه انتخابی از مجموع نقاط ثقل تصویر راست یا تصویر دوم می باشند) تشکیل گردد. ابتدا باید یک سه نقطه بروی بیضی ویژگی در مجموعه اول انتخاب شود. سپس کروموزوم ها با استفاده از نقاط سه گانه از تصویر دوم تشکیل می گردد. با استفاده از سه گانه انتخابی از تصویر اول و نقاط سه گانه تشکیل دهنده هر کروموزوم می توان پارامترهای تبدیل افاین را محاسبه نمود. تحت این تبدیل T تمام نقاط p به $T(p)$ تبدیل می شوند. با استفاده از محاسبه فاصله Hausdorff بین $T(p)$ و p' درجه انطباق دو مجموعه نقاط اندازه گیری می شود. خروجی الگوریتم ژنتیک سه گانه نقطه ای می باشد که که میزان تابع هدف آن (در اینجا همان فاصله Hausdorff می باشد) حداقل باشد. روش تناظریابی با تبدیل افاین با الگوریتم ژنتیک موجود است و توسط [۵] ارائه شده است و در ادامه این الگوریتم توضیح داده می شود.

۲-۳-۱- بیضی ویژگی بر روی مجموعه نقاط

مطابق با الگوریتم ابتدا باید سه نقطه از مجموعه نقاط p به عنوان سه گانه مرجع انتخاب شود. با استفاده از این سه گانه مرجع و نقاط سه گانه هر کروموزوم می توان پارامترهای افاین را محاسبه نمود. در الگوریتم ژنتیک مورد استفاده در این پژوهش، بهترین سه گانه با حداقل کردن تابع هدف به دست می آید. در واقع با حداقل کردن تابع هدف بهترین



سه گانه از مجموعه نقاط تصویر دوم که دارای بهترین انطباق هستند به دست می آید. اگر به صورت اتفاقی یک سه گانه از مجموعه اول انتخاب شود ممکن است که سه گانه متناظر با آن در مجموعه دوم موجود نباشد. زیرا ممکن است محدوده عددی سه گانه مرجع بعد از تبدیل در محدود مجموعه دوم قرار نگیرد به چنین سه گانه ای سه گانه تعریف نشده می گویند [۱۲]. در ادامه اینکه چطور می توان سه گانه تعریف شده را پیدا کرد توضیح داده می شود. اگر هیچ نقطه دور از انتظار^{۱۲} در دو مجموعه وجود نداشته باشد و فرض شود که تبدیل افاین دو مجموعه T باشد. پس پلیگون S1 (پلیگون S1 متشکل از سه نقطه دلخواه از مجموعه اول است) در مجموعه اول به T(S1) تبدیل می شود. در واقع T(S1) باید هم موقعیت و هم شکل با پلیگون S2 در مجموعه p' باشد. پس باید در محدوده S1 در مجموعه اول به انتخاب سه گانه مرجع اعدام گردد. زیرا تبدیل این نقاط در مجموعه دوم در محدوده S2 قرار می گیرد. البته این کار تا زمانی نتایج درست می دهد که نقاط دور از انتظار در مجموعه نقاط وجود نداشته باشد اما اگر این نقاط در مجموعه وجود داشته باشد ممکن است پلیگون مورد با استفاده از این نقاط تشکیل شود. برای حل این مشکل از بیضی ویژگی استفاده می شود. بیضی ویژگی به صورت رابطه (۱) تعریف می شود.

$$(x-c)^T E^{-1} (x-c) = \frac{1}{S} \quad (1)$$

که در آن x مختصات بیضی، c مرکز نقاط در تصویر اول، E گشتاور دوم و S عددی صحیح مثبت برای شکل دهی به بیضی است. یکی از ایرادهای این بیضی، تعیین پارامتر S میباشد. محل تلاقی سه پاره خط که از مرکز بیضی می گذرد و با یکدیگر زاویه ۱۲۰ درجه دارند با بیضی را سه نقطه مرجع در نظر گرفته می شود. با توجه به اینکه تصاویر دارای نویز و نقاط دور از انتظار می باشند استفاده از این روش مناسب می باشد و همچنین فضای جستجو در این روش در مجموعه دوم در الگوریتم ژنتیک کاهش پیدا می کند.

۲-۳-۲- الگوریتم ژنتیک

پروفسور J. Holland بنیان گذار ایده الگوریتم ژنتیک در سال ۱۹۷۵ می باشد. ژنتیک یک الگوریتم بهینه سازی برای حل مسایل مختلف می باشد. الگوریتم ژنتیک با یک جمعیت اولیه شروع می شود که شامل گروهی از کروموزوم ها می باشد و سپس جمعیت جدید با استفاده اپراتورهای مختلف ژنتیک در تکرارهای بعدی تولید می شود. کروموزوم جدید جایگزین کروموزوم قبلی می شود به شرط آنکه مقدار تابع هدف را کمتر کند. دو مزیت اصلی الگوریتم ژنتیک متوقف نشدن در مینیمم های محلی و استفاده از پردازش های موازی می باشد [۵].

۲-۳-۱- کد گذاری کروموزوم

با توجه به اینکه دو مجموعه p و p' که به ترتیب شامل m و n نقطه می باشد، هر کروموزوم شامل سه نقطه از مجموعه p' می باشد. هر کروموزوم که شامل مختصات طول و عرض سه نقطه می باشد به روش باینری کدگذاری می شود. به دلیل آنکه رزولوشن تصویر در محدوده ۲۵۶*۲۵۶ یا ۵۱۲*۵۱۲ می باشد می توان از کدگذاری باینری استفاده کرد. طبق جدول (۱) برای مختصات طول و عرض هر نقطه یک ژن مجزا در نظر گرفته شده است. بعد از آنکه کروموزوم هر سه گانه مانند جدول (۱) تعریف شد به یک رشته باینری تبدیل می شود.

جدول ۱: کروموزوم

x'_{j0}	y'_{j0}	x'_{j1}	y'_{j1}	x'_{j2}	y'_{j2}
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------



۲-۲-۳-۲- تولید جمعیت اولیه

جمعیت اولیه به صورت اتفاقی انتخاب می شود. اما باید توجه داشت که نقاط در محدوده بیضی ویژگی مجموعه p' قرار گرفته شده اند.

۲-۲-۳-۲- تابع اولیه

با توجه به کروموزوم های نشان داده شده در جدول (۱) ابتدا کروموزوم ها که مختصات سه گانه در مجموعه دوم را نشان می دهد به رشته باینری تبدیل می شود. سپس پارامترهای افاین به وسیله جفت سه گانه مرجع و سه گانه هر کروموزوم محاسبه می شود و می توان به راحتی دو مجموعه را با پارامترهای به دست آمده به یکدیگر تبدیل کرد. حال فاصله بین نقاط دو مجموعه از یکدیگر می توان معیار ارزیابی برای آن تبدیل باشد. با در نظر گرفتن فاصله Hausdorff بین p' و $T(p)$ که در آن T تبدیل بین دو مجموعه می باشد، هر چه این فاصله کمتر باشد نشان می دهد دو مجموعه نقاط انطباق بهتری داشتند. تابع هدف در رابطه (۲) نشان داده شده است.

$$fitness = H(T(P), P') \quad (2)$$

۲-۲-۳-۲- تعریف اپراتورهای ژنتیک

اپراتور انتخاب: طبق الگوریتم ارائه شده توسط Zhang و همکاران [۱۲] از اپراتور چرخه رولت برای انتخاب استفاده می شود در صورتی که هر چه مقدار تابع هدف برای هر کروموزوم کمتر باشد شانس بیشتری برای انتخاب خواهد داشت.

اپراتور ترکیب: این اپراتور با ترکیب دو کروموزوم والد فرزندها یا همان کروموزوم های جدید تولید می کنند. در این مقاله از اپراتور ترکیب تک نقطه ای استفاده شده است.

اپراتور جهش: به منظور ایجاد تنوع در روند تکامل از اپراتور جهش استفاده می شود. طبق الگوریتم ارائه شده توسط Zhang و همکاران [۱۲] یک اپراتور جهش با احتمال کوچک بر روی هر بیت از کروموزوم اعمال می شود.

در یک جمع بندی کلی از الگوریتم ارائه شده توسط Zhang و همکاران [۱۲] می توان آن را به این صورت بیان کرد که این الگوریتم بر مبنای تبدیل افاین و روش هوشمند ژنتیک است. در این روش، نقاط سه گانه از تصویر دوم انتخاب شده و سپس با استفاده از تبدیل افاین به یک سه گانه ی مرجع تبدیل میشوند. هر سه گانه در تصویر دوم در یک کروموزوم قرار دارد. با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهترین سه گانه ی تصویر دوم به نحوی انتخاب میشود که میزان تابع هدف به حداقل رسد.

۲-۲-۴- پس پردازش تناظریابی براساس نتایج طبقه بندی

در این مرحله با توجه به آنکه تصویر طبقه بندی شده است و عوارض با رنگ مشابه در یک کلاس قرار گرفته اند و به طبع آن نقاط ثقل نیز طبقه بندی شده است. اگر یک نقطه در تصویر چپ در کلاس A قرار گرفته باشد متناظر آن نیز در تصویر راست در کلاس A باشد و اگر این شرط برقرار نباشد جفت متناظر به عنوان جفت متناظر اشتباه در نظر گرفته می شود و حذف می شود.

۳- پیاده سازی الگوریتم

به منظور پیاده سازی الگوریتم معرفی شده در این مقاله، از دو مجموعه تصویر برد کوتاه اخذ شده از یک عارضه استفاده شده است. مجموعه اول هشت تصویر برد کوتاه همگرا اخذ شده از یک دیواره گود برداری واقع در ولنجک



تهران می باشد که برای مهار آن از روش نیلینگ استفاده شده است. دسته دوم از چهار تصویر برد کوتاه اخذ شده از یک قفسه کتاب می باشند. این تصاویر در شکل (۳) و (۴) نشان داده شده است.

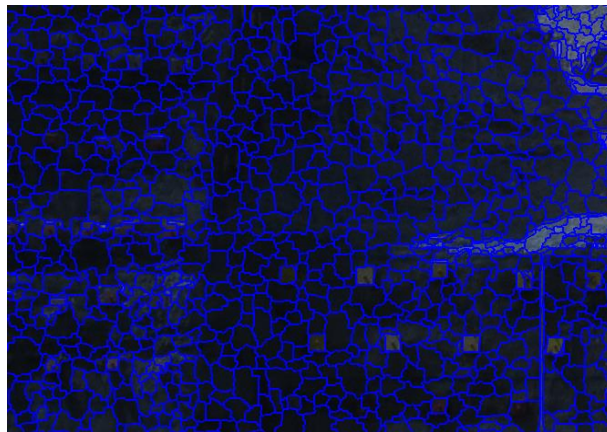


شکل ۳: هشت تصویر در زوایای مختلف از دیواره ی گودبرداری مهار شده با روش نیلینگ

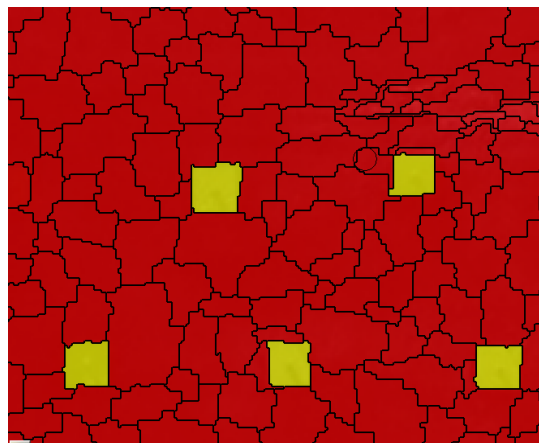


شکل ۴: چهار تصویر در زوایای مختلف از قفسه کتاب

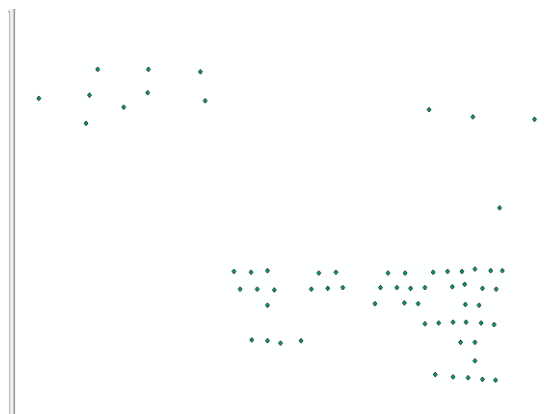
برای مجموعه اول تصاویر که در شکل (۳) نشان داده شده است. طبق مراحل الگوریتم ابتدا تصویر قطعه بندی می شود. نتیجه قطعه بندی در شکل (۵) آمده است. همانطور که در تصویر دیده می شود با قطعه بندی صفحات نیلینگ روی دیوار استخراج شده است و به عنوان عوارض موضعی مورد نظر در این مقاله استفاده می شود. سپس به منظور هویت دادن به قطعه های استخراج شده در مرحله قطعه بندی مرحله برچسب دهی انجام می شود. نتیجه این مرحله نیز در تصویر (۶) نمایش داده شده است. در واقع عوارض مد نظر در این تصاویر همان صفحات نیلینگ بر روی دیوار می باشد. سپس نقاط ثقل این عوارض موضعی یا همان صفحات نیلینگ به دست می آید که در شکل (۷) نشان داده شده است. در مرحله تناظریابی نقاط ثقل با استفاده از تبدیل افاین با الگوریتم ژنتیک زمانی الگوریتم درست کار میکند که شکل (۸) اکیدا نزولی و مقادیری کم (برای مثال کمتر از ۴۰) داشته باشند. در این حالت تابع هدف مینیمم شده و الگوریتم در مینیمم محلی متوقف نشده است. در واقع شکل (۸) نمایش تابع هدف برای تکرارهای مختلف در الگوریتم ژنتیک می باشد و هر چه این مقدار کمتر باشد نشان دهنده آن است که دو مجموعه نقاط تصویر چپ و راست انطباق بیشتری با یکدیگر دارند. محور افقی در شکل (۸) نشان دهنده تعداد تکرار و محور عمودی آن نشان دهنده مقدار تابع هدف در هر تکرار است. در مرحله ی آخر متناظرهای اشتباه با توجه به کلاسه بندی که بر روی تصویر انجام شده بود حذف شد. به عبارت دیگر اگر یک نقطه در عکس چپ در کلاس A قرار بگیرد متناظر آن نیز در تصویر راست باید در کلاس A قرار داشته باشد و اگر این شرط برقرار نباشد جفت متناظر تعیین شده به عنوان جفت متناظر نادرست در نظر گرفته می شود و حذف می گردد.



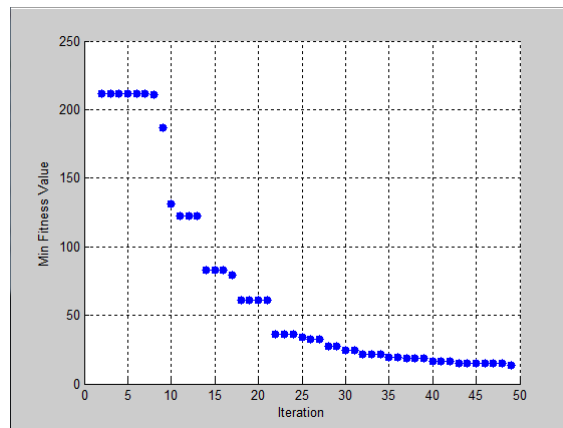
شکل ۵: نمونه یک تصویر قطعه بندی شده



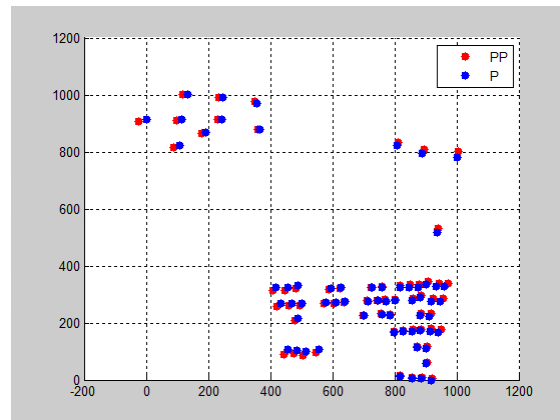
شکل ۶: نمونه شکل برچسب گذاری شده یک تصویر



شکل ۷: نمایش نقاط ثقل عوارض موضعی برای یکی از تصاویر مجموعه اول

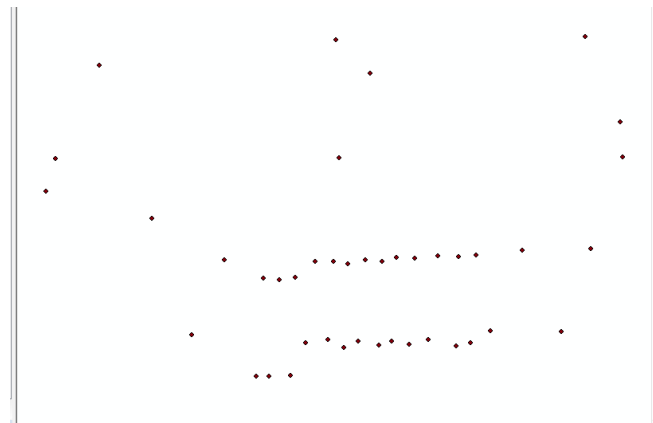


شکل ۸: مقادیر تابع هدف نسل برای دو تصویر چپ و راست در مجموعه اول

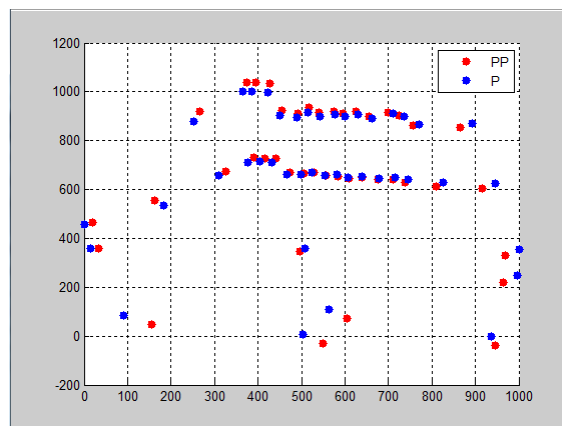


شکل ۹: انطباق نقاط ثقل تصویر راست (PP) و چپ (P) بعد از اعمال تبدیل افاین با الگوریتم ژنتیک برای تصاویر دسته اول بدون کلاسه بندی نقاط ثقل

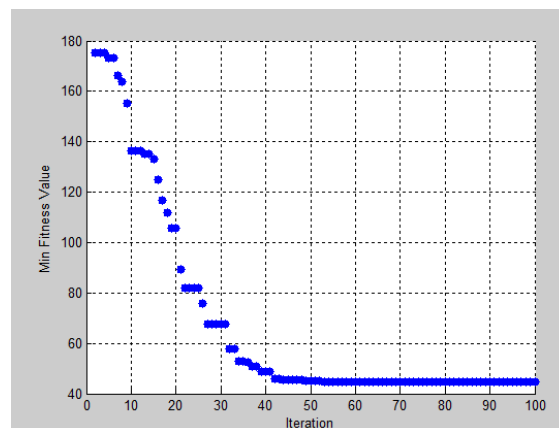
برای دسته دوم تصاویر که در شکل (۴) نشان داده شده است نیز الگوریتم پیاده سازی شده است. در این تصاویر بعد از قطعه بندی تصویر و برچسب دهی عوارض موضعی ناحیه مبنا (عوارض موضعی مد نظر در اینجا تمام کتاب های داخل قفسه می باشد) نقاط ثقل آن ها به دست آمده است که در شکل (۱۱) نشان داده شده است. در مرحله تناظریابی نقاط ثقل با استفاده از تبدیل افاین با الگوریتم ژنتیک زمانی الگوریتم درست کار میکند که شکل (۱۴) اکیدا نزولی و مقادیری کم (برای مثال کمتر از ۴۰) داشته باشند. در این حالت تابع هدف مینیمم شده است. در واقع شکل (۱۴) نمایش تابع هدف برای تکرارهای مختلف در الگوریتم ژنتیک می باشد و هر چه این مقدار کمتر باشد نشان دهنده آن است که دو مجموعه نقاط تصویر چپ و راست انطباق بیشتری با یکدیگر دارند. محور افقی در شکل (۱۴) نشان دهنده تعداد تکرار و محور عمودی آن نشان دهنده مقدار تابع هدف در هر تکرار است. در مرحله ی آخر متناظرهای اشتباه با توجه به کلاسه بندی که بر روی تصویر انجام شده بود حذف شد. به عبارت دیگر اگر یک نقطه در عکس چپ در کلاس A قرار بگیرد متناظر آن نیز در تصویر راست باید در کلاس A قرار داشته باشد و اگر این شرط برقرار نباشد جفت متناظر تعیین شده به عنوان جفت متناظر نادرست در نظر گرفته می شود و حذف می گردد.



شکل ۱۱: نمایش نقاط ثقل عوارض موضعی برای یکی از تصاویر مجموعه دوم تصاویر



شکل ۱۳: انطباق نقاط ثقل تصویر راست (pp) و چپ (p) بعد از اعمال تبدیل افاین با الگوریتم ژنتیک برای دو تصویر مجموعه دوم بدون طبقه بندی نقاط ثقل



شکل ۱۴: مقادیر تابع هدف برای تکرارهای مختلف برای دو تصویر از تصاویر دسته دوم

۴- نتیجه گیری

الگوریتم تناظر یابی که توسط Zhang و همکاران ارائه شده است [۱۲] اگرچه در هنگامی که دو دسته نقاط منطبق بر هم شوند، تابع هدف مقدار خیلی کمی خواهد داشت، اما عکس این قضیه همواره برقرار نیست. به عبارتی میتوان دو دسته نقاطی را یافت که مقدار حداقلی برای تابع هدف داشته باشد اما نقاط متناظر یکدیگر نباشند. لذا در مواردی، با وجود بهینه شدن تابع هدف، انطباق نقاط با موفقیت انجام نمیگیرد. برای از بین بردن این خطا این مقاله یک روش



جدید ارایه داده است. در این تکنیک با توجه به آنکه تصویر طبقه بندی شده است و عوارض با رنگ مشابه در یک کلاس قرار گرفته اند و به طبع آن نقاط ثقل نیز طبقه بندی شده است. اگر یک نقطه در تصویر چپ در کلاس A قرار گرفته باشد متناظر آن نیز باید در تصویر راست در کلاس A قرار گرفته باشد. اگر این شرط برقرار نباشد جفت متناظر به عنوان جفت متناظر اشتباه در نظر گرفته می شود. با این تکنیک جفت متناظرهای اشتباه که در الگوریتم تناظریابی با تبدیل افاین با الگوریتم ژنتیک انجام شده است حذف خواهد شد. طبق شکل (۱۴) و (۸) با اینکه مقدار تابع هدف به مقادیر کوچکی رسیده است اما طبق (۹) و (۱۳) هنوز جفت متناظرهای اشتباه وجود دارد. طبق تکنیک بیان شده این نقاط اشتباه حذف می شوند. تمامی نقاط باقی مانده متناظرهای صحیح می باشند. در ادامه چند پیشنهاد بیان می شود.

(۱) برای استخراج عوارض موضعی و در نتیجه به دست آوردن نقاط ثقل با دقت بالا می توان از روش های مختلف استفاده کرد و بهترین روش را برای این الگوریتم به دست آورد.

(۲) این الگوریتم را می توان برای به دست آوردن جا به جایی دیواره های گود برداری مهار شده به روش نیلینگ استفاده کرد.

(۳) به منظور بهبود عملکرد تناظریابی تصاویر همگرا در این روش می توان با کاهش فضای جستجو در یک فرآیند قبل از تناظریابی با استفاده از کلاسه بندی عوارض موضعی ناحیه مبنا و به طبع آن نقاط ثقل این عوارض می توان گامی در جهت بهبود صحت تناظریابی برداشت.

مراجع

- [1] Brown, M.Z., D. Burschka, and G.D. Hager, Advances in computational stereo. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, 2003. 25(8): p. 993-1008.
- [2] Abzal, A., M. Varshosaz, and M. Saadatesresht, Development of a new laser triangulation system based on an optical frame of reference. The Photogrammetric Record, 2011. 26(135): p. 293-306.
- [3] Qi, Z., et al., A novel algorithm for land use and land cover classification using RADARSAT-2 polarimetric SAR data. Remote Sensing of Environment, 2012. 118: p. 21-39.
- [4] Younes, A.A., I. Truck, and H. Akdaj, Color image profiling using fuzzy sets. Turk J Elec Engin, 2005. 13(3): p. 343-359.
- [5] Ruz, G.A., P.A. Estevez, and C.A. Perez, A neurofuzzy color image segmentation method for wood surface defect detection. Forest products journal, 2005. 55(4): p. 52-58.
- [6] Moghaddamzadeh, A. and N. Bourbakis, A fuzzy region growing approach for segmentation of color images. Pattern recognition, 1997. 30(6): p. 867-881.
- [7] Robinson, G.S., Color edge detection. Optical Engineering, 1977. 16(5): p. 165479-165479-.
- [8] Canny, J., A computational approach to edge detection. Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, 1986(6): p. 679-698.
- [9] Shiji, A. and N. Hamada. Color image segmentation method using watershed algorithm and contour information. in Image Processing, 1999. ICIP 99. Proceedings. 1999 International Conference on. 1999. IEEE.
- [10] Zhang, B., Generalized k-harmonic means. Hewlett-Packard Laboratoris Technical Report, 2000.
- [11] Gruen, A., Development and status of image matching in photogrammetry. The Photogrammetric Record, 2012. 27(137): p. 36-57.
- [12] Zhang, L., W. Xu, and C. Chang, Genetic algorithm for affine point pattern matching. Pattern Recognition Letters, 2003. 24(1): p. 9-19.
- [13] Kianejad, S. A., (2005). "Evaluation and analysis of matching methods of non-metric images in close



photogrammetry and development of an improved method, M.Sc. thesis, Department of Geodesy and Geomatic

Engineering, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran

[14] Kuzu, Y., Photorealistic object reconstruction using color image matching. International archives of photogrammetry remote sensing and spatial information sciences, 2002. 34(5): p. 169-174.