اشاره

خودکارسازی عملیات توجیه نسبی[1]
جهت تصاویر هوایی بزرگ مقیاس از نواحی شهری

دکتر مهدی مدیری
عضو هیأت علمی دانشکده نقشه‌برداری
mmodiri@ut.ac.ir

چکیده

تولید نقشه‌های شهری به روش فتوگرامتری، با بهره‌گیری از خودکارسازی کلیه مراحل و فرآیندهای آن، از جمله توجیه نسبی حائز اهمیت می‌باشد. علیرغم پیشرفت‌های زیادی که در عرصه فتوگرامتری رقومی انجام یافته، هنوز روش مطمئنی وجود ندارد که بتواند عملیات توجیه نسبی خودکار(ARO)[2] را برروی تصاویربزرگ مقیاس از نواحی شهری، اجرا نماید. در بسیاری از مراکز پژوهشی و تحقیقاتی جهان، تلاش گسترده‌ای بر حل مطمئن شکل منطبق‌سازی فرآیند تولید نقشه صورت می‌پذیرد. در اینجا روشی مورد بررسی قرار گرفته و پیشنهاد می‌گردد که از جهاتی دارای ویژگی است و با استفاده از عوارض خطی بریدگی و لبه، تناظریابی سطحی و توجیه نسبی انجام می‌گیرد. این روش در شرایطی که تناظر مورد نظر معمول است، تخمین پارامترهای مدل ریاضی مربوط به عارضه‌ی دو مجموعه داده‌ای عارضه اجرا می‌کند. زمانی که توجیه نسبی به کار گرفته می‌شود، مدل هم صفحه‌ای برای ارتباط دادن پیکسل‌های لبه‌های انتخاب شده یا برای نقاط عوارض یک زوج تصویر متوالی استفاده می‌شود. در اجرای این روش، پارامترهای توجیه نسبی به ترتیب با استفاده از یک مدل هم صفحه‌ای برای ارزیابی همه زوج تصویر مناسب، ورودی‌های اولیه و انتخاب محتمل‌ترین راه حل استفاده می‌شود. در نتیجه یک تکنیک عارضه تطبیق که برای حل پارامتر تناظریابی می‌شود به طورمستقیم تعیین می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تناظر، برآورد پارامترهای پایه، تبدیل Hough، خودکارسازی توجیه نسبی.

مقدمه

بسیاری از محققان مهندسی فتوگرامتری و رایانه، روش خودکارسازی توجیه نسبی تصاویر چندگانه یا یک زوج تصویر هوایی متوالی را مورد بررسی قرار داده‌اند *(Haala, et al,1997)*. چندین الگوریتم برای خودکارسازی توجیه نسبی توسعه یافته است و با استفاده از ایستگاه‌های کاری فتوگرامتری رقومی (DPWS)[3] مورد آزمون قرارگرفته‌اند *(Tang and Heipke,1999)*. با وجود این که DPWS تجاری، توجیه نسبی خودکار را پیشنهاد می‌کند اما هیچگونه ضمانتی وجود ندارد که راه حل توجیه نسبی خودکار در شرایط داده‌ای پیچیده مانند نواحی شهری و مرتفع صحیح باشد. مشکل اساسی برای خودکارسازی توجیه نسبی، تعیین و انتقال نقاط است که معمولاً به وسیله عامل انسانی انجام می‌گیرد. *(Schenk, 2003)* انتقال نقاط در تصاویر پوششی به طور خودکار از طریق الگوریتم‌های تطابق‌یابی نقاط صورت می‌پذیرد.

به طور کلی دو راه حل متفاوت برای حل مشکل تناظریابی وجود دارد که به عنوان تناظریابی مبتنی بر عارضه و براساس عوارض شناخته می‌شود *(Hannah,1990)*. در تناظریابی مبتنی بر عارضه اندازه‌گیری نقاط انتخابی در تصاویر پوششی از طریق روش کمترین مربعات یا همبستگی متقاطع حاصل می‌شود. اگرچه دقت تناظریابی مبتنی بر عارضه می‌تواند کمتر از ۰/۱ پیکسل باشد، امّا نمی‌تواند تغییر شکل‌های هندسی خاص (مانند اثر جابه جایی ناشی از اختلاف ارتفاع در عکس‌های هوایی) را اجرا نماید *(Ackermann,1984)*. همچنین، تناظریابی مبتنی بر عارضه به تخمین اولیه و مناسب نیاز دارد. روش منطبق‌سازی، تطبیقی را بین عوارض زوج تصاویر پوششی ایجاد می‌نماید. دقت گستره تناظرهای کسب شده بین ۰/۳ و ۰/۵ پیکسل است.

اگرچه این روش کاملاً پیشرفته است اما به تخمین دقیق (±10 Pixel)نیاز دارد *(Schenk,2005)*. در روش MATCH-AT استراتژی منطبق سازی استفاده می‌شود که به احتمال مثلث‌بندی تمام خودکار و کاهش تعداد عامل انسانی متمرکز گردیده است. *(Ackermann and Krzystek,1999)*

روش MATCH-AT تناظریابی براساس عارضه‌ای را اجرا می‌نماید که نتایج از طریق روش باندل اجستمنت، با ردّ تناظرهای غلط اجرا می‌شود. نرم‌افزار پیشرفته‌ای برای روش MATCH-AT در نظر گرفته شده است که این نرم‌افزار به حالت دسته‌ای اجرا می‌گردد. این نرم‌افزار برای تعیین موقعیت مراکز تصویر به دقت بیشتر از 1cm در فضای تصویر نیاز دارد. ارتفاع ژئوئید باید با دقت بیشتر از ۱۰ درصد ارتفاع پرواز قابل دسترسی باشد.

در همه روش‌های تطابق، مدل ریاضی کاربرد فتوگرامتری در طول فرآیند در نظر گرفته نمی‌شود. MATCH-AT مدل‌های ریاضی را جهت کنترل تطابق و اصلاح فرآیند در باندل اجستمنت در نظر می‌گیرد و درصد زیادی از اشتباهات در تطبیق نقاط بر طرف می‌گردد. MATCH-AT شرایط مناسب و خوبی را جهت ارائه موقعیت بهتر و شبیه سازی فراهم ساخته و نمایش بهتر توپوگرافی را میسر می‌سازد.

انتقال Hough: پیشینه

Hough روش تعیین پارامترها را از طریق روش مقایسه معرفی نمود. *(Leavers,1993)*

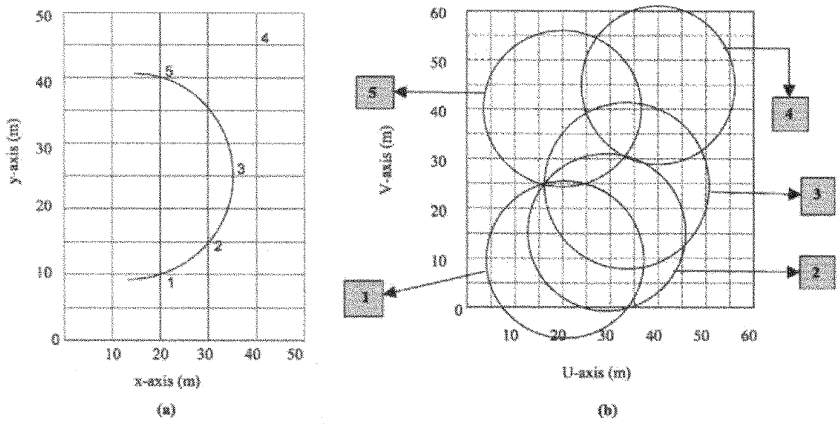
پایه و اصول رویکرد Hough در روش ارائه شده، انطباق دادن نقش متغیرهای مکانی و پارامترها است. به منظور تصویرسازی این رویکرد، مثال ذیل را در نظربگیرید. فرض نمایید خواسته شود تا نقاطی را که برروی یک دایره به شعاع معلوم r واقع‌اند، شناسایی گردد، دایره را می‌توان از طریق رابطه زیر مشخص و تعیین نمود.

$$(x-u)^2+(y-u)^2-r^2=0 \qquad (۱)$$

در این رابطه y,x متغیرهای مکانی و r و v و u پارامترهای (مرکز و شعاع) دایره در محدوده مکانی هستند. حال فضای پارامتر ارائه شده توسط سیستم مختصات u و v معرفی می‌شود. یک نقطه X_1 و Y_1 در محدوده مکانی مطابق با دایره‌ای در فضای پارامتر واقع شده، در مرکز X_1 و Y_1 است. برای هر نقطه در محدوده‌ی مکانی، دایره‌ای در فضای پارامتر و برعکس وجود دارد. تقاطع دایره‌ها در فضای پارامتر مراکز دایره‌ها را در محدوده مکانی مشخص می‌سازد. تعداد تقاطع دایره‌ها در فضای پارامتر مستقیماً مرتبط با تعداد نقاطی است که بر روی این دایره قرار دارد (نگاره ۱).

معمولاً روش Hough، از طریق یک آرایه انباشتگی، پیاده سازی می‌گردد که n بعدی فضای گسسته

است،n معادل با تعداد پارامترها می‌باشد که باید تعیین و مشخص گردد. در مثال ارائه شده، دایره‌های با شعاع معلوم، فضای پارامترها دو بعدی هستند. هر دایره به طور مجزا در فضای پارامتر ارائه می‌شود. به منظور ردیابی کلیه دایره‌ها، ابتدا کلیه سلول‌هایی که در دایره می‌چرخند، افزایش داده می‌شوند. بعد از این که کلیه نقاط به این روش مورد بررسی قرار گرفت، سپس آرایه انباشتگر را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و تعداد تصادم‌های همگون در هر سلول تعیین می‌شود. هر تصادم/ همگون یک جهت به نقطه قرار گرفته در همان دایره می‌دهد. سلول با حداکثر تعداد تصادم‌ها،n و مرکز دایره در محدوده مکانی اخذ می‌گردد که از طریق نقاط n گذر می‌نماید. به همین ترتیب سایر رئوس در آرایه انباشتگر مراکز اضافی دایره را تعیین می‌نماید. ردیابی نقاطی که بر رأس یک آرایه انباشتگر نقاط قرار گرفته در دایره مربوطه با شعاع معلوم و مشخص را تعیین می‌کند.



نگاره (۱)

انتقال تکراری اصلاح شده Hough برای تخمین بهتر پارامترها

با مقداری تغییرات و اصلاحات، انتقال Hough برای تخمین پارامترهای مدل ریاضی وابسته به عوارض زوج دو مجموعه داده‌ای استفاده می‌شود. در این روش، منطبق‌سازی کامل بین موجودیت‌ها نیاز است. در نتیجه تخمین پارامتر، منطبق‌سازی نیز به وضوح تعیین می‌گردد.

روش انتقال Hough طبق ترتیب زیر می‌باشد.

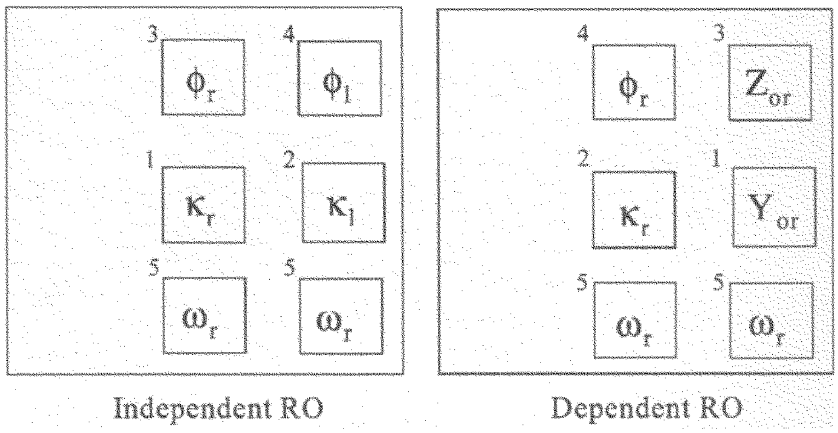
ابتدا یک فرضیه ارائه می‌شود که یک عارضه در اوّلین مجموعه داده‌ای با یک عارضه در دوّمین مجموعه داده‌ای متناظر باشد. روابط بین عوارض زوج، از طریق عملکرد ریاضی بیان می‌شود و با استفاده از تناظریابی فرضیه‌ای تعادلات مشاهداتی را کسب می‌کنند. پارامترهای رابطه ریاضی به طور همزمان یا متوالی (برحسب تعداد تطابق‌های فرضیه‌ای که به طور همزمان در نظر گرفته شده و تعداد معادلاتی که از یک فرضیه منطبق‌سازی کسب شده است) کلیه‌ی تطابق‌های مناسب، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و نتایج (تخمین‌های پارامتر) در یک آرایه انباشتگر ارائه می‌شوند. چنانچه اکثریت عارضه تناظریابی صحیح باشد، در این صورت آرایه انباشتگر یک رأس را در موقعیت راه حل صحیح پارامتر نمایش می‌دهد. باردیابی عارضه‌های متناظر که به رأس ارائه شدند، تطابق نیز تعیین می‌گردد.

انتقال Houghبرای حل مشکلات تخمین پارامتر و تطابق

تعداد پارامترهایی که به طور همزمان حل گردید سپس آرایه انباشتگر را تعیین می‌کنند. به منظور اینکه پارامترهای n به طور همزمان حل شود، عامل باید تعداد تطابق‌های فرضی عارضه را کـه بـرای ایـجاد معادلات موردنیاز n ضروری می‌باشد، به کاربرد. این روش نیز به طور کامل عملی نمی‌باشد.

مسئله دیگری که برای پارامترهای متناوب حل گردیده، به هنگام‌سازی تخمین‌ها در هر مرحله است. مناسب‌ترین توالی برای تخمین پارامتر بستگی به ویژگی مشکل تحت بررسی قرار دارد. برای ARO، عامل می‌تواند توالی یکسانی را دنبال کند که به منظور توضیح پارالاکس y در پلاترهای آنالوگ استفاده شده است. این توالی به طور تحلیلی پارامترهای توجیه نسبی (ROP)[۴] را از طریق واضح‌سازی پارالاکس y در موقعیت‌ها کسب می‌نماید (نگاره ۲).

اساس مفهومی توالی آن است که می‌توان به طور متناوب پارالاکس y را در موقعیتهای متفاوت یک مدل استریو با استفاده از یک ROP، بدون معرفی پارالاکس جدید y در محدوده‌هایی که قبلاً منظور شده، واضح ساخت. نتیجه مهم از تخمین مداوم پارامتر آن است که آرایه انباشتگر یک بعدی مـی‌گردد. اگـر عناصر x در اولین مجموعه داده‌ای و عناصر y در دومین مجموعه داده‌ای وجود داشته باشد، تعداد کل تطابق موجودیت ارزیابی شده xy می‌شود و مشکل پیچیدگی محاسبات نیز کاهش می‌یابد.



نگاره (۲)

بعد از هر تکرار، تخمین‌هایی که برای پارامتر تحت بررسی انجام گرفته، به هنگام می‌شود. مشکـل دیگر اندازه سلول در آرایه انباشتگر است که باید با دقت تعیین گردد. اندازه سلول در آرایه انباشتگر به کیفیت تخمین‌های اولیه و نویزی که در مجموعه‌های داده است، بستگی دارد. در تکرارهای اولیه، با سلول بزرگتر شروع می‌شود تا کیفیت مقادیر تخمین ROP جبران گردد.

همانطور که با تکرار پیش می‌رود کیفیت پارامترها نیز بهبود می‌یابد و امکان فراهم می‌شود تا اندازه سلول را کاهش داد. حداقل اندازه سلول نباید کمتر از دقت مورد نظر ROP برابر شده باشد که این امر بسته به نویزی است که در داده‌های ورودی وجود دارد. در این روش، پارامترها می‌توانند به طور متناوب با دقت بالا تعیین گردند. سرعت همگرایی این روش بستگی به عدم وابستگی پارامترها و غیر خطی بودن عمل انتقال دارد.

در روش ROP به همراه یک توالی خاص برای تخمین پارامترها از یکدیگر جداسازی می‌گردند. انتقالات غیرخطی پیشرفته سرعت همگرایی کمتری دارند و به تکرارهای بیشتر نیاز خواهند داشت. این حل پی در پی برای تخمین پارامترها و مشکلات تناظریابی انتقالی تکراری اصلاح شده Hough (MIHT) را مشخص می‌کند. مراحل اساسی پیاده‌سازی MIHT برای تخمین پیشرفته پارامتر طبق ترتیب ذیل ارائه می‌گردد:

۱- یک مدل ریاضی ایجاد می‌گردد تا عارضه‌های متناظر دو مجموعه‌ی داده‌ای را با یکدیگر مرتبط سازد. رابطه‌ی بین مجموعه‌های داده‌ای به عنوان توابع پارامترهای خاص نظیر: $f(P_1,P_2,....P_n)$ تشریح می‌شود.

۲- یک آرایه انباشتگر برای پارامترهای تحت بررسی شکل می‌گیرد. ابعاد آرایه انباشتگر به تعداد پارامترهایی بستگی دارد که باید به طور همزمان حل گردند. تعداد پارامترهایی که باید به طور همزمان حل گردند نیز بستگی به تعداد زوج موجودیتی دارد که به طور همزمان در نظر گرفته شده و همچنین به تعداد معادلاتی که از طریق فرضیه تناظریابی ارائه گردیده است.

۳- تخمین‌ها برای پارامترهایی صورت می‌گیرد که هنوز تحت بررسی نیستند. اندازه سلول در آرایه انباشتگر بستگی به کیفیت پارامترهای تخمین و همچنین به نویز اطلاعات ورودی دارد و اندازه بهینه و مناسب سلول نیز از طریق روش توزیع خطا تعیین می‌گردد.

۴- هر گونه تناظر احتمالی بین عارضه‌های اختصاصی در مجموعه داده‌ای باید ارزیابی گردد و آرایه انباشتگر را در موقعیت هر راه حل افزایش دهد.

۵- بعد از این که کلیه تناظرهای احتمالی مورد ارزیابی قرار گرفتند، حداکثر رأس در آرایه انباشتگر راه حل صحیح پارامترها را نشان می‌دهد. از آنجایی که تنها یک مجموعه پارامتر وابسته به عارضه‌های زوج وجود دارد، تنها یک رأس برای آرایه انباشتگر ارائه شده، پیش‌بینی می‌گردد.

۶- پس از تعیین پارامتر به روش پیوسته، تخمین‌های پیش‌بینی به هنگام می‌شود. برای تکرار بعدی، اندازه سلول در آرایه انباشتگر به منظور نشان دادن پیشرفت کیفی مقادیر تخمینی موجود، مراحل (۶-۲) تکرار می‌شود.

۷- عارضه‌های تناظر یافته‌ای که در رأس آخرین تکرار هستند، ردیابی می‌گردند و به منظور تخمین پارامترها در سرشکنی همزمان کمترین مربعات استفاده‌می‌شود.

مقایسه MIHT با سایر تکنیکهای تخمین

MIHT می‌تواند به عنوان یک تکنیک پیشرفته تخمین پارامتر محسوب گردد و فیلترهای الگوریتم، قبل از این که به منظور حل پارامترها در سرشکنی کمترین مربعات استفاده شوند، به طور نامناسبی تناظریابی می‌شوند. در اینجا روش MIHT با سایر روشها مقایسه می‌شود. تخمین‌گر میانگین کمترین مربعات به عنوان یک مدل پیشرفته برای تخمین پارامترها معرفی می‌شود که از مجموعه‌های داده‌ای با ۵۰ درصد خطای تناظریابی استفاده می‌کند. *(Meer et al,1991)*

به هر حال، MIHT پیشنهادی براساس آزمایش‌های تجربی، در تناظریابی سطحی اطلاعات با بیش از ۸۰ درصد خطای بالا ارائه می‌نماید *(Habib et at,2001)*. این ویژگی در تصویربرداری ARO بزرگ مقیاس مناطق شهری به کار گرفته می‌شود.

روش تحقیق و شیوه پیشنهادی برای حل مشکل ARO

روش MIHT توجیه نسبی را برای استفاده نقاط استخراجی تصویر که با مشخصه‌های خطی یا نقاط مورد نظر می‌باشند، استفاده می‌نماید. در این صورت، دو مجموعه داده‌ای می‌تواند پیکسل‌های استخراجی لبه و یا نقاط مورد نظر را به ترتیب از تصاویر چپ یا راست استخراج نماید. این روش هر نوع پیکسل‌های لبه و یا نقاط مورد نظر را به عنوان ورودی‌های اصلی در نظر می‌گیرد.

با انتخاب نقاط به جای لبه‌ها این امکان فراهم می‌شود که مشکل ARO را بدون توجه به شکل لبه حل کرد.

به عنوان مثال، چنانچه از خطوط مستقیم به عنوان ورودی‌های اصلی برای ARO یک زوج تصویر برجسته استفاده شود، در این صورت فقط خطوطی که موازی با خطوط قائم[۶] (تصویر خطوط هم قطبی) هستند را می‌توان استفاده نمود. در غیر این صورت خطوط مستقیم که موازی باخطوط نیستند، نمی‌توانند برای تخمین پارامترهای توجیه نسبی به کار روند *(Schenk,1999)*.

در توجیه نسبی تجربی، با استفاده از پلاترهای آنالوگ، پارامترها در یک توالی خاص به ترتیب از طریق حذف پارالاکس y در موقعیت‌های (منطقه موردنظر) تعیین می‌شود. (نگاره۲) *(Slama,1980)*

نگاره(2a) توالی را که برای تخمین پارامترهای توجیه نسبی مستقل[۷] (IRO) می‌باشد، (ϕ_1,K_1,W_r,ϕ_r,K_r)، واندکس‌های 1و r به ترتیب برای تصویر چپ و راست را نشان می‌دهد. از سوی دیگر پارامترهای توجیه نسبی (Y_{or},Z_{or},W_r,ϕ_r,K_r) بر طبق توالی نگاره (۲b) تخمین زده می‌شوند. بر طبق رابطه‌ی (2) که برای IRO می‌باشد، نشان می‌دهد که پارامترها برای اندازه‌گیری موقعیت‌های خاص در تصویر حساستر می‌باشند.

$$P_y = x_r dk_r + (c+(y_r)^2/C)dw_r - x_r y_r/c\,d\phi_r + x_1 y_1/c\,d\phi_1 - x_1 dk_1 \qquad (2)$$

که در این رابطه، P_y پارالاکس y در نقطه تحت بررسی می‌باشد. y_r,x_r,y_1,x_1 مختصات تصویر چپ و راست هستند.

C ثابت دوربین و $d\phi_1$ و dk_1 و dw_r و $d\phi_r$ و dk_r مقادیر IRO می‌باشند.

هر تطبیق در یک نقطه‌ی تصویر چپ با یک نقطه در تصویر راست ارزیابی می‌گردد. به طورکلی ارزیابی‌های سطحی و پوشش طولی برای محدود کردن فضای جستجوی تصاویر مناسب استفاده می‌شود. بایستی توجه داشت که این فرضیات برای سرعت بخشیدن به فرآیندهای تخمین پارامتر و تناظریابی ضرورت دارند.

هر یک از تصاویر زوجی در یک معادله‌ی هم صفحه‌ای برای حل یک ROP مجاز می‌باشد و هر پارامتر یک آرایه انباشتگر یک بعدی را استفاده می‌نماید. اندازه سلول در یک آرایه انباشتگر به کیفیت پارامترهای تخمینی و نیز به نویزی که در اطلاعات ورودی است، بستگی دارد. بعد از این که کلیه زوج‌های مناسب در نظر گرفته شد، می‌توان در رأس آرایه انباشتگر محتمل‌ترین راه حل را در نظر گرفت. برای تکرار بعدی، هر راه حل پارامتر برای به هنگام سازی تخمین پارامترها استفاده می‌شود. همانطور که در تکرارهای بعدی، کیفیت تخمین‌ها افزایش می‌یابد، اندازه‌ی سلول نیز افزایش می‌یابد. بلافاصله بعد از ردیابی شاخص هایی که در تکرار بعدی به رأس آرایه انباشتگر ارائه می‌شوند، تناظریابی نقاط تصویر نیز حل می‌گردد. سپس به طور همزمان این تناظریابی‌ها برای حل پارامترهای توجیه نسبی در سرشکنی کمترین مربعات استفاده می‌شوند.

نتیجه‌گیری

براساس گزارش آزمایشات مختلفی که تا بحال با داده‌های حقیقی انجام می‌گرفته، تکنیک پیشنهادی برای تخمین پیشرفته پارامترهای توجیه نسبی به منظور تصاویر بزرگ مقیاس از مناطق شهری می‌تواند استفاده گردد. در اجرای توجیه نسبی خودکار، زمانی که هر پارامتر حل می‌گردد، کلیه زوج عارضه‌های مناسب تصویر در یک موفقیت (منطقه مورد استفاده) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. الگوریتم تناظرها را می‌پذیرد که محتمل‌ترین راه حل پارامتر را به دست آورده باشد. به هرحال، یک مدل هم صفحه‌ای نمی‌تواند فقط نقاط تصویر را به هم وصل کند. یک نقطه در تصویر چپ، با یک نقطه غیرنظیر به همراه خطوط قائم در تصویر راست می‌تواند وصل گردد و راه‌حل صحیح را برای پارامتر ارائه دهد. به این دلیل تناظرهایی که به وسیله راه‌حل پارامتر بیان می‌گردند، لزوماً زوجی نیستند. ابهامات به همراه خطوط قائم زوجی باید پیش‌بینی گردد. برای بازسازی و تغییر سطح باید این ابهامات حذف شود که توجه اکثر مراکزی که پژوهش را انجام داده‌اند، بر حل این مشکل بوده است.

به منظور اجرای این تکنیک پیشنهادی، عامل باید توجه زیادی به اندازه سلول آرایه انباشتگر داشته باشد.

اندازه بهینه سلول باید براساس مقدار ماکزیمم پارالاکس y نقاط تطابق داده شده که به اندازه پیکسل بستگی دارند، انتخاب گردد. نکته دیگر برای انتخاب اندازه سلول، کیفیت مقادیر تخمینی برای پارامترها است که در حال حاضر در نظر گرفته نمی‌شود.

مزایای این روش

۱- مشکلات تخمین پارامتر و تناظریابی به طور همزمان و بدون هیچ گونه نیازی به تخمین‌های مناسب برای مشخصات پرواز P حل می‌گردد.

۲- روش MIHT یک تکنیک پیشرفته تخمین پارامتر است. نقاط متناظر اشتباه که بر کیفیت ROP تخمین زده شده، تأثیر می‌گذارند. قبل از این که برای سرشکنی کمترین مربعات به کار روند، حذف می‌شوند. عامل باید توجه نماید که نقاط متناظر اشتباه به همراه خطوط قائم مزدوج، تا زمانی که تناظرهای خطای ROP صحیح را ارائه می‌دهند، حذف نخواهند شد.

۳- با استفاده از هندسه برای تعیین تناظرهای صحیح، این روش بازسازی و تغییر سطح و ARO تصویر بزرگ مقیاس شهری را مناسب می‌سازد. این تصاویر، در نتیجه ناپیوستگی سطحی ناهنجاری‌های هندسی و رادیومتریک پیش‌بینی می‌گردد.

نکاتی که باید به آن توجه نمود:

۱- کارایی آرایه انباشتگر بهبود یابد.

۲- روش‌های تکنیکی برای بررسی کیفیت همواره مورد تأکید و توجه باشد.

۳- بررسی و تحقیق پیرامون حل ابهامات تطابق‌یابی پس از حذف کلیه ابهامات نقاط تصویری زوجی انجام پذیرد.

۴- این روش پیشنهادی برای بازسازی سطح و APO به روش سلسله مراتبی اجرا می‌گردد تا کارایی را بهبود بخشد.

منابع و مآخذ

1-Ackermann,F(1984) Digital image Correlation:Performance and Potential application in photogrammetry. Photogrammetric Record 11(64),429-439.

2- Ackermann,F.,Krzystek,P(1997)Complete automation of digital aerial triangulation. Photogrammetric Record 15(89),645-656.

3- Haala,B.,Hahn,M.,Shmidt,D(1993)Quality and Performance analysis of automatic relative orientation,proceedings of the SPIE Conference on Integrating Photogrammetric Technigues With Scence Analysis and Machine Vision, Orlando, FL, USA, VOL.1944,PP.140-150.

4- Habib,A.,Lee,Y.R.,Morgan,M(2000)Surface,matching and Change detection using modified Hough Transformation for robust parameter estimation.Photogrammetric Record 17(98).

5- Hannah, M(1990)A System for digital Stereo image matching. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 55(12),1765-1770.

6- Learers,V.F(1993)Which,Hough transformation?CVGIP Image Understanding 41(2),250-264.

7- Schenk,T(2003)Digital Photogrammetry.Tera Science, Laurerille ,pp. 231-266.

8- Slama,C.C(1980) Manual of Photogrammetry.4th edn. American Society of Photogrammetry, Virginia, USA,PP.574-577.

پی‌نوشت

1- Relative Orientation (RO)

2- Automatic Relative Orientation(ARO)

3- Digital Photogrammetric Work Station(DPWS)

4- Relative Orientation Parameters(ROP)

5- Modified Iterated Hough Transform(MIHT)

6- Independent Relative Orientation(IRO)

7- Epipolar