



روشها و ضرورت تشخیص نواحی پنهان تصویربرداری در تهیه تصاویر قائم

حمید عنایتی^۱، مزده ابراهیمی کیا^{۲*}، مسعود حسنی مطلق^۳

۱- کارشناسی ارشد مهندسی نقشه برداری دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
۲و۳- کارشناسی ارشد مهندسی نقشه برداری دانشگاه تهران

چکیده:

نواحی پنهان تصویربرداری و عوارضی که سبب آن میشوند با توجه به هندسه پرسپکتیو تصاویر فریم، فاصله و ارتفاع عوارض منطقه از مرکز تصویربرداری در قسمتهای مختلف تصویر ممکن است رخ دهند. روشهای نسبتاً متعددی جهت شناسایی این نواحی استفاده میشوند که توجه به آن بر دقت محاسبات و کیفیت محصولات بطور مستقیم تاثیرگذار است. تصاویر قائم یکی از محصولات مکانی است که با توجه به هندسه تصویری قائم، عدم وجود اطلاعات مکانی در نقاط مختلف آن بوضوح با خطاهای دیداری همچون کشیدگی تصویر و یا نگاهت دوگانه قابل رویت میباشد. در این مقاله بعد از بیان روشهای مختلف شناسایی نواحی پنهان تصویری به مطالعه دو روش از مجموع روشها پرداخته میشود و بعد از مقایسه نتایج آنها بر یک ناحیه مورد مطالعه به بررسی میزان تطبیق این نواحی با مناطق دارای کشیدگی در تصویر قائم آن پرداخته میشود. نتایج حاکی از انطباق بسیار مناسب نواحی تعیین شده توسط الگوریتمهای شناسایی نواحی پنهان با مناطق دارای کشیدگی در تصاویر قائم دارد که خود تایید کننده صحت نتایج حاصل از این روشها و تاثیر مستقیم آنها بر کیفیت تصویر ارتو دارد.

واژه‌های کلیدی: نواحی پنهان، کشیدگی در تصاویر قائم، مدل ارتفاعی رقومی.



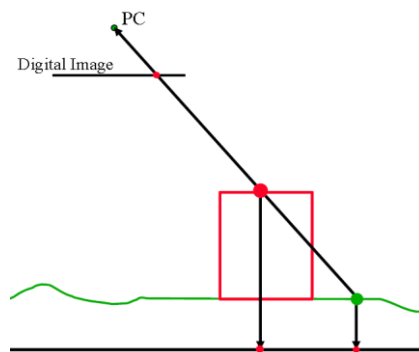
۱- مقدمه

تغییر شکل زمین ماهیتاً پدیده ای ۳ بعدی است. بنابراین مطالعه این پدیده بصورت تغییر شکل ۲ بعدی (تغییر شکل مسطحاتی) و یا ۱ بعدی (تغییر شکل ارتفاعی) می تواند. به دلیل هندسه مرکزی تصویربرداری، توپوگرافی منطقه، وجود عوارض مصنوعی و ... بخشی از نواحی زمینی به دلیل عدم قرارگیری در دید دوربین در تصویر نگاشته نمی شوند. در تهیه تصویر ارتو و در اختصاص مقادیر درجات خاکستری به این نواحی یا از مقادیر پیکسلهای مجاور استفاده میشود که در این حالت نگاشته دوگانه پدید می آید و یا مقادیری میانی حاصل از درونیابی مقادیر موجود پیکسلهای مجاور محاسبه و استفاده می شود که در این حالت پدیده کشیدگی مقادیر درجات خاکستری در آن ناحیه رخ میدهد.

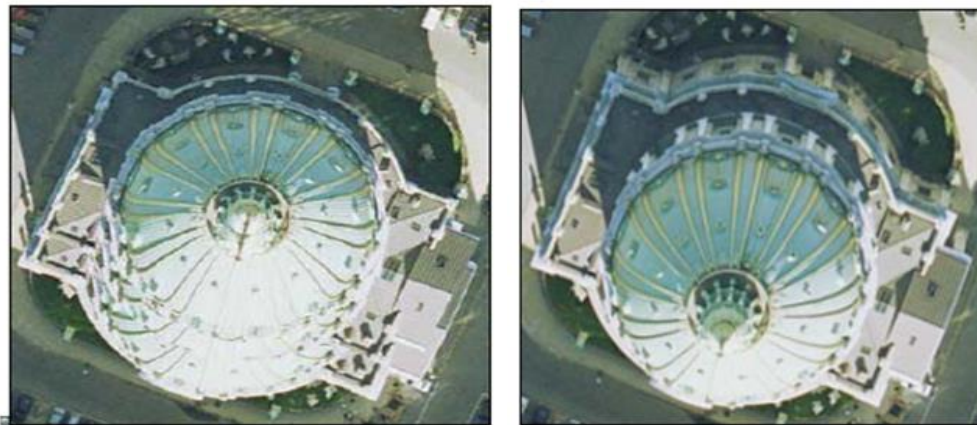
وجود نواحی پنهان در تصویربرداری سبب کاهش کیفیت تولید تصویرقائم، افزایش هزینه های زمانی و مالی پروژه و مشکل در یافتن اتوماتیک نقاط متناظر در تصاویر می شود که نقش مطالعه بر عوامل ایجاد این نوع خطا، شناسایی و راهکارهای پیشگیری از آن را پررنگ میسازد. تاکنون روشهای مختلفی جهت تشخیص نواحی پنهان تصویربرداری پیشنهاد گردیده است که از این میان دو روش انتخاب گردیده و بررسی میشود. در فصل سوم، جهت ارزیابی هر یک از این دو روش، تصویر قائم یک منطقه با توپوگرافی نسبتاً شدید آماده و به نتایج حاصل از شناسایی نواحی پنهان پرداخته میشود. در بخش نتیجه گیری، نتایج حاصل از این تحقیق در خصوص اهمیت، ضرورت و روش تشخیص مناسب در شناسایی نواحی پنهان تصویری و ارتباط آن با ایجاد خطای تصویر قائم پرداخته میشود.

۲- تاثیر نواحی پنهان در تهیه تصویر قائم

در تهیه تصویر قائم از تصاویر هوایی برخی مناطق به علت ارتفاع کمتر نسبت به نواحی اطراف (ناهمواریهایی شدید سطح زمین و موانع موجود) و طبیعت نگاشت از فضای سه بعدی شیء به فضای دو بعدی در تصویر ثبت نشده و فاقد اطلاعات هستند. این نواحی فاقد اطلاعات که در هنگام نگاشت رو به بالا از سطح زمین به سطح تصویر حاصل می شوند نواحی پنهان گفته می شود در این نواحی پنهان جلویی ترین (نزدیک ترین) عارضه قابل دید توسط دوربین در تصویر ثبت می شود و لذا اطلاعات همین عارضه است که در نواحی پنهان روی تصویرقائم نگاشت می شود. در نواحی پنهان تصویری، هنگام ساخت تصویرقائم، دو پدیده یکی نگاشت دوگانه رخ می دهد که سطح جلویی قابل دید دو بار روی تصویرقائم نگاشت پیدا کند که مانند یک هاله از آن تعبیر می شود. مورد دیگر کشیدگی تصویر در تصویرقائم است در این حالت خاص شیب یک بخش از زمین با شیب پرتو ورودی به تصویر یکی بوده و کل سطح بصورت یک خط در روی تصویر نگاشته می شود. در این حالت هنگام تولید تصویرقائم، درجات روشنایی روی خط بر روی سطح تصویرقائم کشیده شده و منظره غیر واقعی را پدید می آورند [۱].



شکل ۱: نواحی پنهان در تصویر



شکل ۲: تصویرقائم معمولی (سمت راست) و تصویرقائم حقیقی همراه با پدیده نگاشت دوگانه (سمت چپ)

از پارامترهای تاثیرگذار بر روی میزان این نواحی پنهان می توان به توپوگرافی منطقه، عوارض مصنوعی، میزان پوشش طولی و عرضی تصاویر، فاصله کانونی و ارتفاع پرواز اشاره کرد. توپوگرافی شدید منطقه، عوارض مصنوعی مرتفع، ارتفاع پایین پرواز، پایین بودن پوشش طولی و عرضی و کم بودن فاصله کانونی می تواند سبب ازدیاد این نواحی شود بخصوص در دوربینهایی با میدان دید بزرگ و پوشش طولی و عرضی کم این مشکل حادتر است. از این رو تنها و بهترین راه حل ممکن برای رفع نواحی پنهان، تصویربرداری با دوربین زاویه باریک با پوشش طولی و عرضی بالا (پوشش طولی ۸۰ درصد و پوشش عرضی ۶۰ درصد) است [1].

۳- عنوان

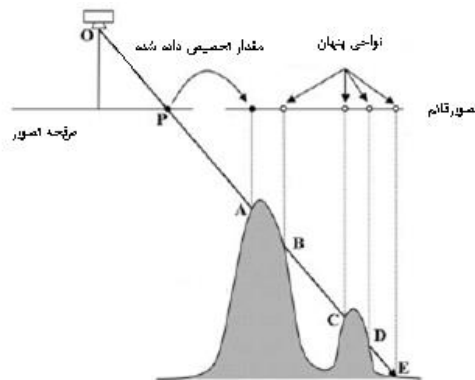
روش های اصلی تشخیص نواحی پنهان بدین شرح است:

- روش Zbuffer
- Sorted DEM Method
- روش مبتنی بر زاویه
 - Radial Sweep
 - Spiral Sweep
 - Height Based Ray Tracing
- روش مبتنی بر پلی گون
- روش Height gradient

از میان روشهای فوق به دو روش Zbuffer و روش مبتنی بر زاویه پرداخته میشود.

۳-۱- روش Zbuffer

این روش بر اساس این حقیقت عمل می کند که در راستای پرتو نوری نزدیکترین عارضه به دوربین مانع دید عوارض پشت خود می شود در این روش با کمک اطلاعات عمق از طریق محاسبه فاصله، نزدیکترین عارضه به دوربین که مانع دید سایر عوارض است بدست می آید [2,3,4,5].

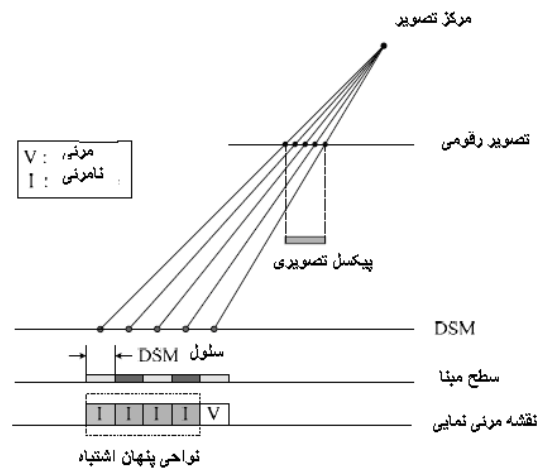


شکل ۳: نواحی آشکار و پنهان در روش Zbuffer

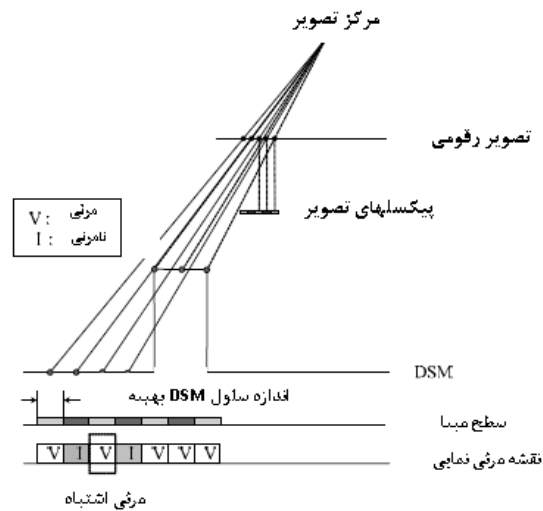
در این روش یک ماتریس Zbuffer که حاوی فاصله مرکز تصویر تا نزدیکترین عارضه زمینی برای هر یک از پیکسل های زمینی است تشکیل می شود.

همانطور که مشخص است ابعاد این ماتریس برابر تعداد پیکسل های تصویر است. لازم به ذکر است ماتریس Zbuffer استفاده از پارامترهای توجیه داخلی و خارجی و مدل ارتفاعی بدست می آید بدین ترتیب پس از تصویر کردن سلولهای مدل ارتفاعی با معادلات شرط هم خطی به سطح تصویر، سلولهایی که در یک پیکسل قرار می گیرند مانع یکدیگر خواهند بود. بخش زیادی از محاسبات این روش صرف تصویر کردن سلولهای مدل ارتفاعی به فضای تصویر و محاسبه فواصل دوربین (pc) تا این سلولها می شود. از میان پارامترهای موثر بر صحت نتایج این روش می توان به صحت پارامترهای تولید داخلی و خارجی، دقت و رزولوشن مدل ارتفاعی و کامل بودن آن و یکسان بودن ابعاد نمونه برداری زمینی (GSD) و رزولوشن مدل ارتفاعی و وجود مدل رقومی ساختمانهای (DBM) منطقه اشاره کرد.

یکی از مشکلات روش مذکور وابستگی آن به ارتباط بین ابعاد سلول های مدل ارتفاعی و GSD تصاویر برداشتی است برای مثال چنانچه ابعاد سلول های مدل ارتفاعی کمتر از GSD تصاویر باشد. در نواحی مسطح شناسایی اشتباه نواحی غیر پنهان (false occlusion) اتفاق می افتد در این حالت چندین سلول مدل ارتفاعی در یک پیکسل تصویری مشابه تصویر می شوند و هر کدام که نزدیکتر به مرکز تصویر باشد مرئی خواهد بود. و الباقی پنهان در نظر گرفته خواهند شد به عبارتی نمونه برداری مازاد (oversampling) در مدل ارتفاعی سبب شناسایی نواحی پنهان اشتباهی می شود [6]. مشکل دیگر روش مذکور که سبب تشخیص مرئی بودن اشتباه میشود و در نواحی قائم اتفاق می افتد مشکل mportion است و علت آن هم عدم وجود اطلاعات از دیواره عوارض قائم است جهت حل این مشکل از نقاط شبه زمینی که از DBM منطقه بدست می آید استفاده می شود این نقاط در دیوار عوارض قائم و در فواصل مشخص تعریف شده و می توانند سبب حل این خطا شوند البته تعریف متراکم این نقاط سبب زمان بر شدن و بالا رفتن حجم محاسبات و تعداد کم آن سبب عدم حذف کامل این خطا می-شود البته تعریف این نقاط سبب کاهش خطای یکسان نبودن رزولوشن مدل ارتفاعی و GSD نیز می شود [6].



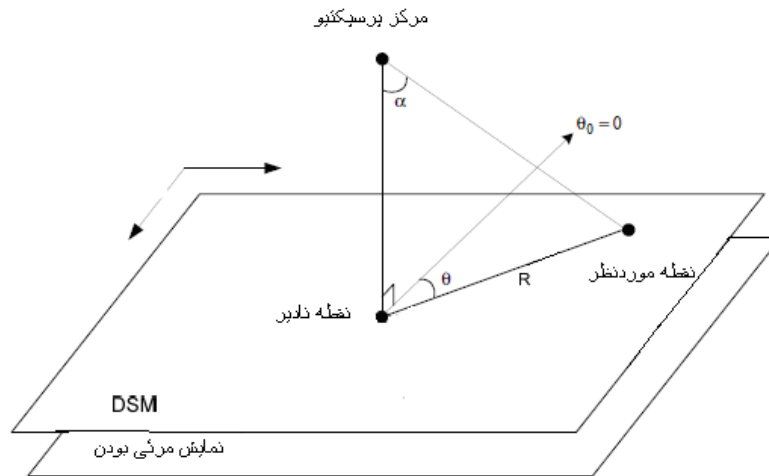
شکل ۴: Oversampling در مدل ارتفاعی



شکل ۵: تشخیص اشتباه نواحی آشکار در مناطق قائم مثل آپارتمان‌ها

۳-۲- روش مبتنی بر زاویه

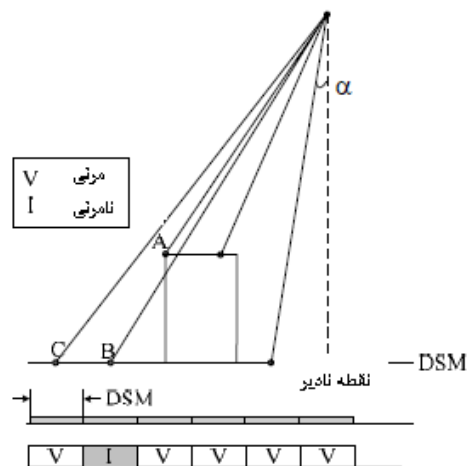
در سال ۲۰۰۱ روشی مبتنی بر زاویه معرفی شد (زاویه ای به راس مرکز تصویر و دو راستای نادیر و خط واصله از مرکز تصویر به سلول مورد نظر مدل ارتفاعی رقومی (DEM یا DSM)). این روش برای تصاویر مبتنی بر فریم و دارای هندسه مرکزی قابل استفاده است و بر اساس این منطق که جابجایی ارتفاعی در راستای شعاعی به سمت نادیر زمینی است عمل می‌کند [6].



شکل ۶: روش مبتنی بر زاویه

لازم به ذکر است که روش مبتنی بر زاویه تنها در تصاویر دارای هندسه مرکزی و دارای فریم عمل می‌کند زیرا در این نوع دوربین‌ها تنها یک نادیر وجود دارد البته در تصاویر برداشتی با برداشت خط به خط (Line Scanner) که دارای چندین مرکز تصویر هستند (یک مرکز تصویر برای هر خط) نیز قابل استفاده است بدین صورت که هر خط با مرکز تصویر خود آن و نادیر زمینی متناظر آن چک می‌شود [2]

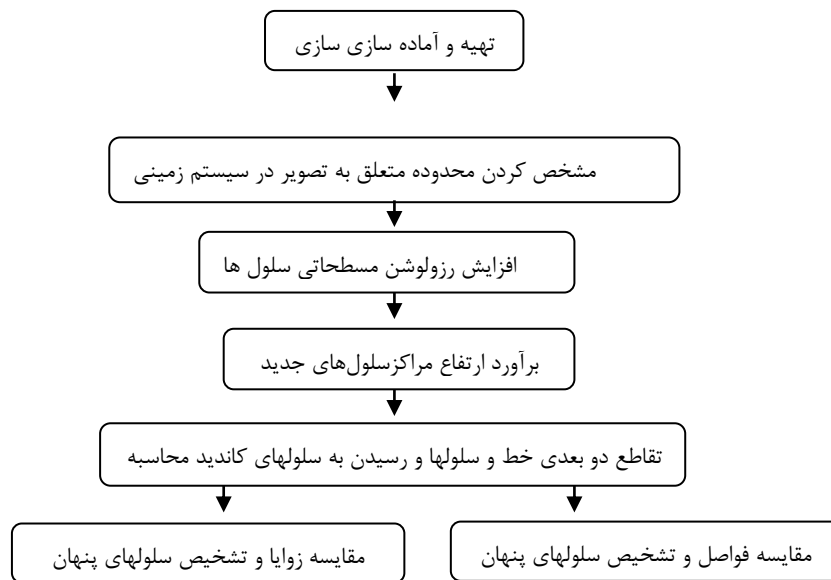
این روش مبتنی بر زاویه است و بر اساس یک زاویه سه بعدی عمل می‌کند این زاویه به راس مرکز تصویر بوده و دو راستای آن به سمت نادیر زمینی و نقطه مورد بررسی (سلولی که پنهان بودن آن بایستی بررسی شود) روی سطح DEM یا DSM می‌باشد. با در نظر گرفتن سلول مورد بررسی روی DEM یا DSM و راستای نادیر، حرکت از آن سلول به سمت نادیر آغاز می‌گردد با مشخص شدن سلولهایی از DEM یا DSM که در راستای شعاعی سلول مورد بررسی به سمت نادیر هستند و حرکت به سمت نادیر، زاویه هر سلول با زاویه سلول مورد بررسی چک می‌شود چنانچه زاویه سلول مورد بررسی بیشتر بود حرکت به سمت نادیر ادامه یافته و با زاویه سلول بعدی مقایسه می‌گردد و در غیر این صورت آن سلول سبب پنهان شدن سلول مورد بررسی است و حرکت پایان می‌یابد. با توجه به شکل زیر α همان زاویه سه بعدی است که در این روش بایستی محاسبه گردد که راس مرکزی آن PC و دو راس دیگر آن نادیر زمینی و سلولی از مدل ارتفاعی است. بر اساس این تصویر هیچ مانعی در مسیر برای سلول C وجود ندارد زیرا در راستای شعاعی نادیر هیچ سلولی با زاویه بزرگتر از زاویه آن وجود ندارد اما در خصوص سلول B، سلول A مانع دید آن خواهد بود چرا که زاویه سلول A بزرگتر از زاویه سلول B می‌باشد. بطور کلی در روش مبتنی بر زاویه چنانچه نقطه پنهان نباشد بایستی زوایای کلیه سلولهایی که در راستای نادیر هستند بایستی کوچکتر از زاویه سلول مورد بررسی باشد [2].



شکل ۷: نحوه عملکرد روش مبتنی بر زاویه

۴- بررسی عملی

در این بخش با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی (DEM) منطقه (شکل ۹)، تصویرقائم تصاویر (شکل ۱۰)، پارامترهای دوربین و پارامترهای پرواز الگوریتم های تشخیص نواحی پنهان پیاده سازی و مقایسه شده اند. دوربین مورد استفاده جهت اخذ تصاویر ultracamD می باشد فاصله کانونی آن ۱۰۱ میلیمتر و ارتفاع متوسط پرواز ۷۰۰ متر است. رزولوشن مدل ارتفاعی ۳ متر و تغییرات ارتفاعی منطقه نیز در حدود ۱۸۰ متر می باشد. برای بررسی بیشتر بر روی تصاویر قائم و شناخت نواحی مستعد خطای کشیدگی، ابتدا دو الگوریتم تشخیص نواحی پنهان بایکدیگر مقایسه میشوند و نتایج بیشتر در تشخیص نواحی پنهان و ارتباط آن با نواحی دچار خطای کشیدگی بر روی تصویر ارتو با روش بهینه انجام میگردد. شکل ۸ مراحل انجام آزمایش را نشان میدهد.

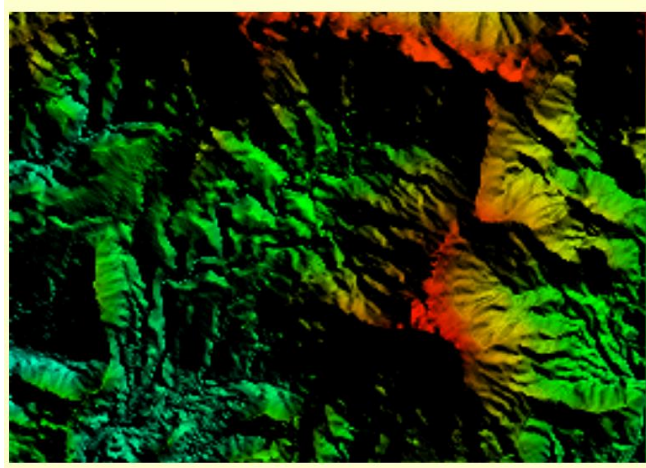


شکل ۸: مراحل انجام تحقیق

بعد از آماده سازی داده بخشی از مدل ارتفاعی رقومی که متعلق به تصویر مورد نظر است با روابط هندسی جدا شده و برای بررسی پیکسلی، جهت برآورد ارتفاع سلول های جدید و افزایش دقت محاسبات، رزولوشن مدل ارتفاعی با روش درونیابی وزندار افزایش یافته است (شکل ۱۱) سپس با محاسبه معادله خطوط، پیکسلهایی که در راستای شعاعی از



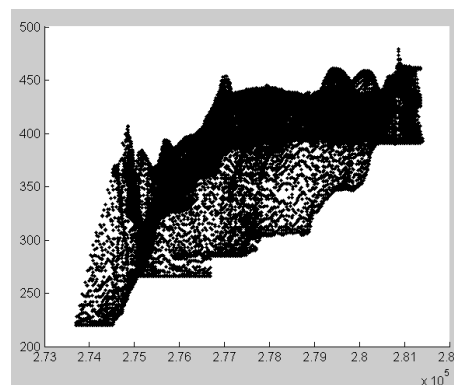
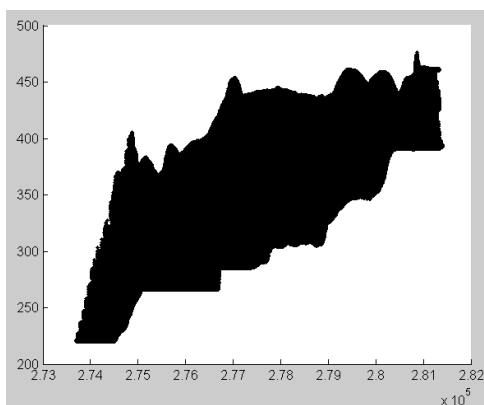
نادیر هستند معین شده و هر یک از دو الگوریتم Zbuffer و روش مبتنی بر زاویه برای تشخیص پیکسل‌های پنهان انجام شده است.



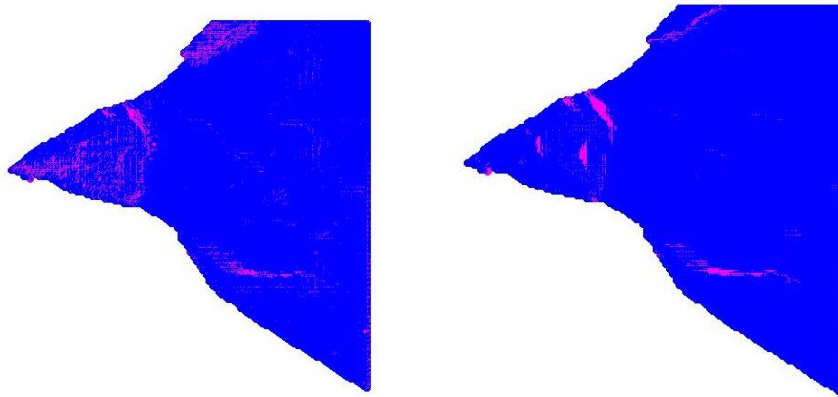
شکل ۹: مدل ارتفاعی اولیه منطقه



شکل ۱۰: تصویر قائم بخشی از منطقه



شکل ۱۱: افزایش تراکم مدل ارتفاعی رقومی

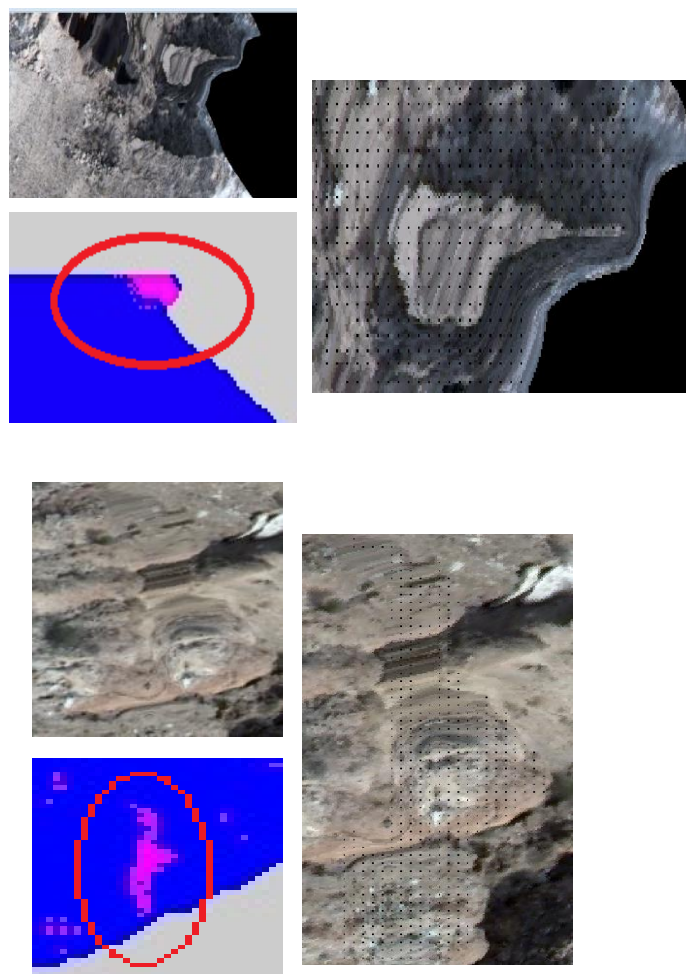


شکل ۱۲: شناسایی نواحی پنهان با روش مبتنی بر زاویه (راست) و روش Zbuffer (چپ)

۵- نتایج و پیشنهادها

با بررسی نتایج حاصل از هر دو الگوریتم مبتنی بر زاویه و فاصله (روش Zbuffer) با توجه به مرکز تصویر (شکل ۱۲) و حساسیت بالای روش مبتنی بر فاصله با ساختار و رزولوشن مدل ارتفاعی رقومی و همچنین مسایلی همچون mportion (بخش ۳-۱)، این روش در قیاس با روش دیگر نتوانسته است تا نواحی پنهان را بصورت کامل و یکپارچه تعیین کند. اما با بررسی و مقایسه این نواحی با تصویر ارتو، نواحی پنهان محاسبه شده با هر یک از دو روش بخصوص روش مبتنی بر زاویه مطابقت بالایی با نواحی کشیده شده در تصویر قائم دارند (شکل ۱۳).

گرچه عوامل مختلفی در پیدایش کشیدگی در تصویر قائم نقش دارند، این آزمایش نشان داد که نواحی پنهان در تصویر مستقیماً بر نتیجه و کیفیت تصویر قائم تاثیرگذار است و با شناسایی آن نقش دیگر پارامترها در ایجاد این نوع خطا کاهش و یا حذف میشود. خطای کشیدگی تصویر قائم که بسبب کمبود داده ها از تصویربرداری حاصل میشود، بر کیفیت تفسیری محصول تاثیرگذار است و تصحیح و جبران آن تنها با استفاده از تصاویر دیگر با زاویه دید مناسبتر از منطقه امکان پذیر است لذا اطمینان از عدم وجود نواحی پنهان پیش از فرآیند تصویربرداری میتواند در بهبود دقت و کیفیت محصولات مکانی از جمله تصاویر قائم بسیار موثر باشد.



شکل ۱۲: انطباق کامل نواحی پنهان شناسایی شده با نواحی دارای کشیدگی بر روی تصویر قائم

۶- مراجع

- [1] Nielsen, Morten degaard. *True orthophoto generation*. Diss. Technical University of Denmark, DTU, DK-2800 Kgs. Lyngby, Denmark, 2004.
- [2]. Ettarid, Mohamed, Ali Ait M'h, and Redouane Aloui. "Digital true orthophotos generation." (2005).
- [3]. Bang, K. I., et al. "Comparative analysis of alternative methodologies for true ortho-photo generation from high resolution satellite imagery." *ASPRS ANNUAL 2007* (2007).
- [4]. Rau, JlanmYeou, Nai-Yu Chen, and Liang-Chien Chen. "True orthophoto generation of built-up areas using multi-view images." *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 68.6 (2002): 581-588.
- [5]. Sheng, Yongwei, Peng Gong, and Gregory S. Biging. "True orthoimage production for forested areas from large-scale aerial photographs." *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 69.3 (2003): 259-266.
- [6]. Kim, Changjae. "Object-based Integration of Photogrammetric and LiDAR Data for Accurate Reconstruction and Visualization of Building Models." *2011*. 501-512.
- [7]. Wang, X., and J. Xie. "A method for true orthophoto generation based on projection and iteration strategy." *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* (2012).
- [8]. Schickier, W., and Anthony Thorpe. "Operational procedure for automatic true orthophoto generation." *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing* 32 (1998): 527-532.



- [9]. Eberly, D. (1999). "Distance between point and triangle in 3D." Magic Software, [http://www. magic-software. com/Documentation/pt3tri3. pdf](http://www.magic-software.com/Documentation/pt3tri3.pdf).
- [10]. Lines, Curves and Surfaces in 3D " CM0268 MATLAB DSP GRAPHICS.
- [11]. Shakarji, C. M. (1998). "Least-squares fitting algorithms of the NIST algorithm testing system." *Journal of Research-National Institute of Standards and Technology* 103: 633-641.
- [12]. Sheng, Yongwei. "Comparative evaluation of iterative and non-iterative methods to ground coordinate determination from single aerial images." *Computers & geosciences* 30.3 (2004): 267-279.
- [13]. Sheng, Yongwei. "Theoretical analysis of the iterative photogrammetric method to determining ground coordinates from photo coordinates and a DEM." *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 71.7 (2005): 863-871.
- [14]. Sheng, Yongwei. "Modeling Algorithm-induced Errors in Iterative Mono-plotting Process." *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 74.12 (2008): 1529-1537.
- [15]. Triglav-Čekada, Mihaela, Vasja Bric, and Matija Zorn. "How to decide which oblique image has the highest mapping potential for monoplottting method: a case studies on river erosion and floods." *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 1 (2014): 379-384.



The methods and importance of Occluded area estimations on orthophotos

Hamid enayati¹, Mojdeh ebrahimikia^{2*}, Masuod hasanimotlagh³

1.Msc gradudated of khajenasir university

2,3. Msc of Tehran university

Abstract

Because of frame perspective imaging, height features and the distance between of them to perspective center, some occluded area can be occurred on different parts of an image. There are different methods to determining of these areas which affect directly on geographical products precision and quality.

The lack of data effects during of imaging can be seen clearly as elongation error or on orthophotos because of theirs orthogonal projection. At this paper, after having a brief review on different finding occluded area methods we have focused on two of them and compared their results on a study area input next, we have studied about the accuracy of them with comparing to corresponded orthophoto. Results show that there are a high relation between the calculated occluded areas and orthophoto elongation errors on different places. This amount of dependency can verify the selected algorithm operation and the importance of studies of this effect on the prior stages of production.

Key words: occluded area, elongation error, digital elevation error