آشکارسازی و حذف سایه در تصاویر سنجش از دور، با الهام از سیستم بینایی انسان

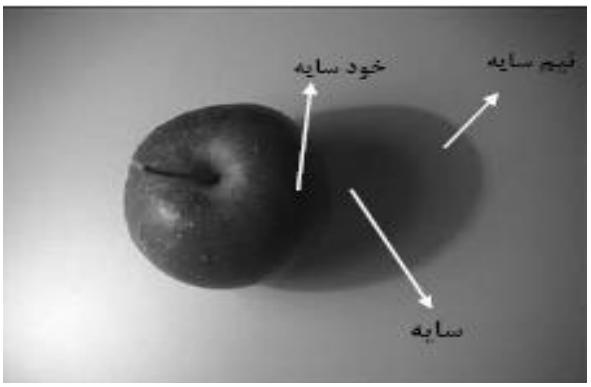
یوسف صداقت[۱]، حمید دهقانی[۲] و احمد کشاورز[۳]
[۱] دانشگاه آزاد اسلامی بوشهر ، m_y_sedaghat@yahoo.com
[۲] دانشگاه صنعتی مالک اشتر ، hamid_deh@yahoo.com
[۳] دانشگاه خلیج فارس بوشهر ، a.keshavarz@pgu.ac.com

چکیده- آشکارسازی و تحلیل سایه نقش مهمی در تفسیر تصاویر سنجش از دور ایفا می کند. در این مقاله، رویکردی برای آشکارسازی و حذف سایه پیشنهاد می شود که بر اساس ویژگی های سایه، و در یک فضای رنگی نزدیک به سیستم بینایی انسان، عمل می کند؛ این الگوریتم در ابتدا تصاویر *RGB* سنجش از دور را به فضای *HSV* برده، سپس مولفه های روشنایی و اشباع را بدست می آورد و با توجه به ویژگی این دو مولفه در فضای جدید، بخش سایه مشخص می شود. همچنین با استفاده از انطباق هیستوگرام، و در نظر گرفتن ویژگی محیط پیرامون نواحی سایه، عمل حذف سایه صورت می پذیرد.

کلید واژه- آشکار سازی سایه، انطباق هیستوگرام، سایه و خود سایه، فضای رنگیHSV .

۱ - مقدمه

سایه یا غیاب نور هنگامی رخ می دهد که جسمی مانع از رسیدن کامل یا مقطعی نور به یک سطح شود که اکثر این موانع ساخته دست بشر هستند؛ مانند ساختمان ها،درخت ها و پل ها.
بطورکلی سایه ها به دو دسته تقسیم می شوند: ۱- خود سایه، بخشی از خود جسم است که از دید منبع نور دیده نمی شود. ۲- سایه اصلی، همان سایه ایجاد شده بر روی سطح می باشد که خود شامل سایه و نیم سایه می باشد (شکل ۱).



شکل ۱: بخش بندی های سایه

تشخیص سایه ها در یک تصویر سنجش از دور برای انسان خیلی سخت نیست، زیرا سایه ها، یک عامل اصلی در تفسیر این گونه تصاویر می باشند. ولی برای مرتفع نمودن مشکلاتی که در نواحی سایه رخ می دهد می بایست الگوریتم ها و رویکردهایی را ارائه نمود تا در پردازش و تفسیر اینگونه تصاویر بتوان به نتایج قابل قبول تری برسیم.

سایه ها ممکن است باعث از دست دادن اطلاعات ویژگی[۱] بخشی از یک تصویر، همچنین موجب تغییر تن رنگ یک ناحیه و یا با توجه به جهت نورپردازی، باعث تحریف شکل یک جسم شوند. از این رو برای حل چنین مشکلاتی و رسیدن به یک توصیف دقیق تر از سایه و همچنین اجسام درون تصویر، باید روش های موثری را معرفی نموده و با استفاده از کامپیوتر و ماشین بینایی، آنها را بکار بست.

به دلیل اینکه معمولاً سایه ها در فضاهای رنگی مختلف، برخی ویژگی های خاص مربوط به سایه، در آن فضای رنگی را در بر می گیرند، در سالیان اخیر روش های زیادی برای آشکارسازی و کم رنگ کردن اثر سایه، بر اساس همین مدل های

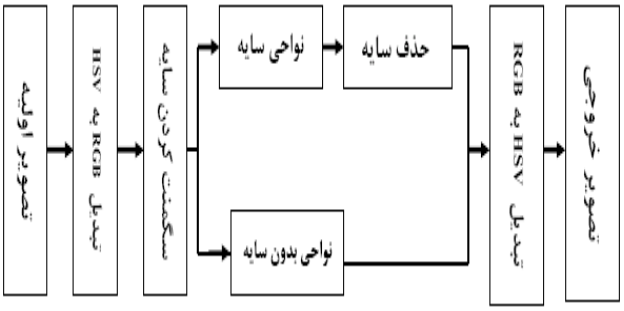
[۱] Feature Information

رنگی تغییر ناپذیر[۲] ارائه شده است[۱-۳].

Tsai [۱] روشی ارائه کرد که نسبت طیفی تصویر را در فضای رنگی HIS بکار گرفته و سایه را تشخیص می داد. Susuki و همکارانش [۲] روشی معرفی کردند که مولفه های فرکانسی در فضای رنگی RGB و همچنین مقادیر اشباع و شدت روشنایی را برای بخش بندی و خنثی کردن اثر سایه بکار گرفتند. E.Salvador [۴] و همکارانش نیز بر اساس مدل های رنگ، کار خود را به نتیجه رساندند. همچنین در سال ۲۰۰۸ ، Yue Wang و همکارش[۵] روشی را بر اساس معادلات تفاضلی جزیی، معرفی کردند که در بخش نتیجه گیری، نتیجه ی حاصل از این روش، با نتیجه بدست آمده از روش پیشنهاد شده در این مقاله مقایسه می شود. دسته دیگری از تحقیقات بر روی سایه، با استفاده از آشکارسازی لبه های ناحیه سایه، یا محاسبات مربوط به نورپردازی چندتایی می باشد؛ و در این راه، با استفاده از مدل های ریاضی و مهندسی فتوگرامتری، به برای آشکارسازی سایه منتج می شد. که هر دسته از روش های مذکور دارای مشکلاتی بودند؛ مثلاً در دسته دوم به اطلاعات هندسی بسیار دقیق از منطقه تصویر برداری، مانند اطلاعات ارتفاع سطح و مختصات منبع نور شده نیازمند می باشد.

۲ -روش پیشنهاد شده

در این مقاله، یک روش کارآمد و موثر برای بخش بندی و همچنین کم رنگ اثر سایه در تصاویر سنجش از دور ارائه می شود؛ که از ویژگی های آن ساده بودن، و نیاز به حجم عملیاتی کم می باشد. این روش، یک تصویرRGB را دریافت نموده، سپس آن را به فضای رنگیHSV[۳] (H : ته رنگ، S : اشباع رنگی و V : میزان روشنایی) تبدیل کرده و مولفه های S وV از فضای رنگی را بکار می گیرد. که با توجه به ویژگی های سایه در این دو فضای رنگی، می تواند با تفاضل این دو مولفه از همدیگر به پارامتر های تشخیص سایه دست برسد؛ ودر ادامه عمل آستانه گیری را بر روی تصویر بدست آمده، اعمال می کنیم. همچنین با استفاده از انطباق هیستوگرام، اطلاعات مربوط به ناحیه سایه، مثل شدت روشنایی و خواص رادیومتریک را به تصویر برمی گرداند. در شکل (۲) بلوک دیاگرام و مراحل انجام روش پیشنهای در این مقاله تشریح شده است.



شکل۲: بلوک دیاگرام روش پیشنهادی

۲ ۱ - تبدیل فضای RGB به HSV

به دلیل شباهت فضای رنگی HSV با سیستم بینایی انسان، جهت پردازش تصویر از این فرمت از تصویر استفاده شده است، چراکه دو پارامترH (ته رنگ) و S (اشباع رنگی) به شیوه ای که انسان، رنگ را تشخیص می دهد، بسیار نزدیک است[۶]. همچنین ازآنجایی که V (میزان روشنایی) نیز به طرز خاصی از پارامترهای رنگی جدا می شود، همچنین نسبت به بخش سایه دارای حساسیت بیشتری می باشد[۷]، امکان پردازش روی روشنایی را بهتر فراهم می کند، بطوریکه رابطه مولفه های فضای HSV با RGB بصورت روابط (۱) تا (۳) می باشد.

تصاویر رنگی از فضای RGB به فضای رنگی HSV تبدیل می شوند. نواحی سایه در این فضای رنگی، برای هر کدام از مولفه ها، برخی ویژگی های خاص مربوط به سایه را در بر دارند؛ مثلاً بخش های سایه، همیشه نسبت به بخش های غیر سایه، دارای مولفه S و H بالاتر، همچنین مقدار V پایین تری می باشند.

$$H=\begin{cases}\theta & if: B\le G\\ 360-\theta & if: B>G\end{cases} \qquad (۱)$$

بطوریکه:

$$\theta=\cos^{-1}\left\{\frac{\frac{1}{2}\left[(R-G)+(R-B)\right]}{\left[(R-G)^2+(R-B)(G-B)^{1/2}\right]}\right\}$$

$$S=1-\frac{3}{(R+G+B)}[\min(R,G,B)] \qquad (۲)$$

$$V=\max(R,G,B) \qquad (۳)$$

[۲] Invariant Color Models

[۳] Hue-Saturation-Value

۲ ۴ - بخش بندی سایه

با بررسی های انجام شده بر روی یک سری اشیاء مانند، خیابان ها، سبزه جات و ساختمان ها، در فضای HSV و با مقایسه نتایج آنها، این نتیجه بدست آمد که نواحی سایه، دارای مقدار مولفه S بالاتر و مقدار مولفه V کمتری نسبت به ناحیه بدون سایه می باشند. حال بر اساس این ویژگی ها، می توان با استفاده از شاخص تفاضل مولفه V از مولفه S ، به آشکار سازی سایه رسید. در این روش ابتدا برای هر پیکسل از تصویر، مولفه Value (V) از مولفه Saturation (S) ، تفاضل شده و سپس برای بخش بندی، از تصویر بدست آمده در فضای HSV، آستانه گیری می شود که در شکل های ۴ و ۵ قابل مشاهده می باشد..

۲ ۳ - حذف اثر سایه

با فرض اینکه بافت سطحی که دارای سایه بر روی آن ایجاد شده، تغییر چندانی نداشته باشد، از بخش های کناری مربوط به بخش بدون سایه، بهره جسته و از آن برای برگرداندن برخی اطلاعات ناحیه سایه و تعدیل یا حذف اثر سایه استفاده می شود.

در این روش ساده، فرض شده است که سطوح پیوسته در بازه [۰و۱] نرمالیزه می شوند. همچنین r و z نشان دهنده سطوح شدت روشنایی تصاویر ورودی و خروجی بوده، همچنین سطوح ورودی دارای تابع چگالی احتمال $P_r(r)$ و سطوح خروجی، دارای تابع چگالی احتمال ویژه ی $P_z(z)$ باشند.

در اینجا از تابع تبدیل زیر بر روی سطوح ورودی استفاده می شود تا سطوح شدت روشنایی (پردازش شده) خروجی را تعریف کند:

$$s = T(r) = \int_0^r P_r(w)dw \qquad (۴)$$

نتایج سطوح شدت روشنایی، s ، که دارای تابع چگالی احتمال یکنواخت Ps(s) می باشد. حال متغیر دیگری بنام z در نظرگرفته می شود که دارای ویژگی زیر می باشد:

$$H(z) = \int_0^z Pz(w)dw = s \qquad (۵)$$

و از دو رابطه بالا می توان نتیجه گرفت که :

$$s = H^{-1}(s) = H^{-1}\left[T(r)\right] \qquad (۶)$$

و می توان $T(r)$ از روی تصویر ورودی پیدا کرد؛ که این همان تبدیل یکنواخت سازی هیستوگرام می باشد.

یکنواخت سازی هیستوگرام، تابع تبدیلی را تولید می کند که با صحنه ای که بر مبنای هیستوگرام تصویر داده شده می باشد، وفق داده می شود. ولی این عمل همیشه منجر به خروجی های مطلوب نمی شود و در برخی موارد باید یک شکل خاصی از هیستوگرام را باید در نظر گرفت تا یک پردازش مطلوب روی تصویر صورت پذیرد؛ این روش بکار می رود تا یک تصویر پردازش شده ای را تولید کند که دارای هیستوگرام ویژه ی «انطباق هیستوگرام»[۴] می باشد. همانند یکنواخت سازی هیستوگرام، اجرای گسسته روند قبل، تنها یک تقریب برای هیستوگرام خاص مورد نظر می باشد.

به عبارت دیگر این الگوریتم، با استفاده از انطباق هیستوگرام با محیط های اطراف [۷]، در واقع مقادیر مولفه های H ، S و V را برای هر یک از نواحی سایه بخش بندی شده، تنظیم و تعدیل می کند. که اگر این عمل انطباق در فضای RGB و بصورت باند به باند انجام شود، برخی رنگ های ترکیبی غیرطبیعی در تصویر به وجود می آیند[۸]، ولی در اینجا چنین مشکلاتی وجود ندارد. در پایان کار نیز، تصاویر بدست آمده در این پروسه، به فضای رنگیRGB برگردانده می شوند.

۳ -نتایج عملی

روش پیشنهاد شده در این مقاله با استفاده از برنامه MATLAB و تحت ویندوز XP بر روی تصاویر نشان داده شده در شکل های ۴ و ۵ و ۶ اعمال شده است، که تصاویر ورودی دارای فرمت RGB هستند. در ادامه، نتایج کار، در دو بخش نمایش داده شده که آشکارسازی در (شکل های ۴ و ۵) که نواحی قرمز رنگ، بخش های سایه آشکار شده می باشند، همچنین حذف نواحی سایه در (شکل۶)، نشان داده شده است.

۴ -نتیجه‌گیری

به دلیل شباهت فضای رنگی HSV (H : ته رنگ، S : اشباع

[۴] Histogram Matching

رنگی و V : میزان روشنایی) با سیستم بینایی انسان، برای پردازش یک تصویر رنگی، از این فرمت از تصویر استفاده می شود و چون تصاویر ورودی دارای فرمتRGB هستند، لذا باید در ابتدا آن را به فضای رنگی مورد نظر، HSV ، تبدیل کرد. که در این فضای جدید، ابتدا عملیات مربوط به آشکارسازی سایه و به دنبال آن حذف سایه صورت پذیرفت. بدین صورت که در بخش اول، برای تشخیص سایه، با توجه به اینکه وقتی از تصویرHSV ، مولفه های S و V تصویر بدست آمد، هر یک از مولفه ها دارای ویژگی های خاصی از بخش سایه بودند، بنابراین این الگوریتم با بررسی این ویژگی ها و تفاضل کردن مقادیر مولفه های V و S از همدیگر، به اطلاعات خاصی از نواحی سایه می رسد. که با استفاده از عمل آستانه گیری، تصویر را بخش بندی می کند؛

یعنی با بخش بندی برای هر یک پیکسل از تصویر، می تواند تعیین کند که آیا جز ناحیه سایه است یا غیر سایه. و در بخش دوم یعنی حذف سایه، از مباحث یکنواخت سازی و انطباق هیستوگرام تصویر استفاده شده است؛ و با استفاده از پارامتر های مربوط به بخش های بدون سایه ی اطرا ف و در نزدیکی بخش سایه، سطح روشنایی، مقدار رنگ و دیگر خواص رادیومتریک بخش سایه برگردانده شده و دارای یک نمای طبیعی می گردد.

و بدین ترتیب، الگوریتم مورد نظر، اثر سایه را کم رنگ کرده، یا به عبارت دیگر عمل حذف سایه از یک تصویر را انجام داده در پایان نیز تصویر پردازش شده به فرمت RGB اولیه برمی گردد.

در این رویکرد، تنها با استفاده دو مولفه رنگی از یک تصویر با فرمتHSV ، طی یک فرآیند کوتاه و حجم عملیاتی کم، به نتایج

c. تصویر فضایHSV d. آشکارسازی سایه، مرحله اول از روش پیشنهادی

شکل۵ : a. تصویرRGB ورودی b. روش با استفاده از معادلات تفاضلی[۵]

مطلوبی در بخش آشکارسازی سایه و در نتیجه حذف آن می رسد.

مراجع

[۱] Victor J.D.Tsai, ۲۰۰۶. "*A comparative study on shadow compensation of color aerial images in invariant color models*". *IEEE transactions on geoscience and remote sensing,* ٤٤(٦), *pp.*١٦٦١-١٦٦٧.

[۲] A.Susuki, A.Shio, H.Arai, and S.ohtsuka, ۲۰۰۰." *Dynamic shadow compensation of aerial images based on color and spatial analysis*". *Proceedings of the* ١٥*th International Conference on Patten Recognition, Catalonia, Spain, pp.*٣١٧-٣٢.

[۳] Su.J, Lin.X and Liu.D, ۲۰۰٦." *An automatic shadow detection and compensation for remote sensed color images*". *The* ٨*th International Conference on Signal Processing,*

[٤] Salvador, E., Cavallaro, A., and Ebrahimi, T. (۲۰۰٤)."*Cast shadow segmentation using invariant color features, Computer Vision and Image Understanding*", ۲۳۸-۲٥۹.

[٥] M.R. Asharif, H. Etemadnia, "*Homomorphic Processing Approach for Image Shadow Identification*",*International Symposuim on Telecommunications, IST* ۲۰۰۳, *Isfehan, Iran, Aug.*١٦-١٨, ۲۰۰۳.

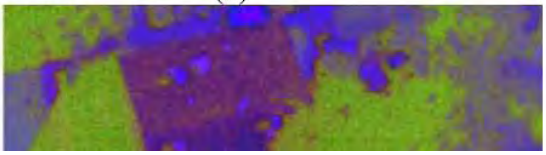
[٦] N. Herdotou, K.N. Plataniotis, and A.N. Venetsanpoulos,"*A color segmentation scheme for object-based video coding*," *in Proceeding of the IEEE Symposium on Advances in Digital Filtering and Signal Processing,* ١٩٩٨, *pp.* ٢٥-٢٩.

[۷] Rafael C. Gonzales, Richard E. Woods,"*Digital Image Processing*".

[۸] Guo, J.H., Tian, Q.J., and Wu, Y.Z (۲۰۰٦)."*Study on multispectral detecting shadow areas and a theoretical model of removing shadows from remote sensing images*", *Journal of Remote Sensing (Chinese),* ١٠*(*٢*):* ١٥١-١٥٩.

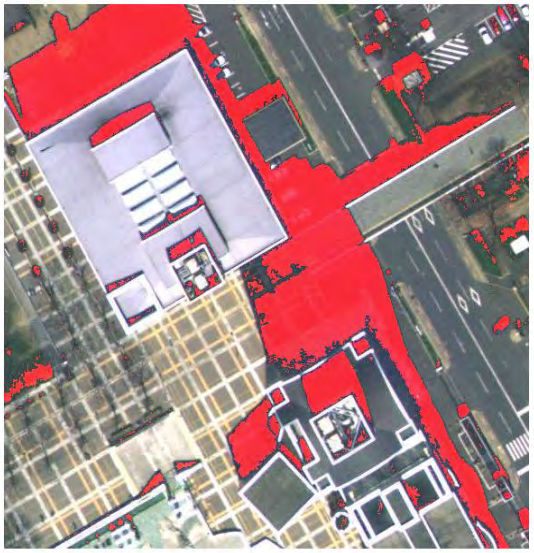
[۹] "*Remote sensing digital image analysis*"': an introduction By John Alan Richards, Xiuping Jia.

(a)

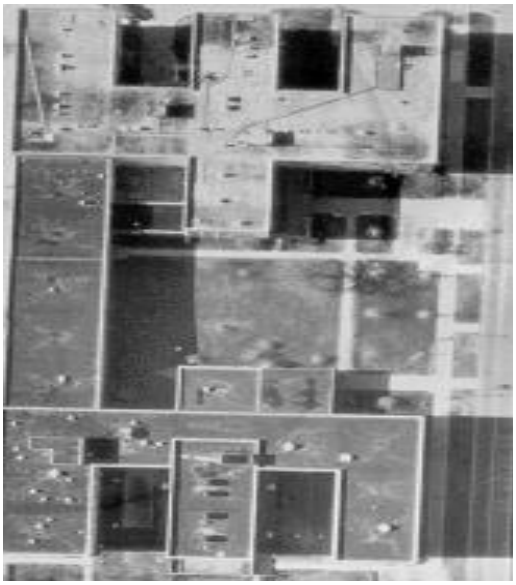


(b)

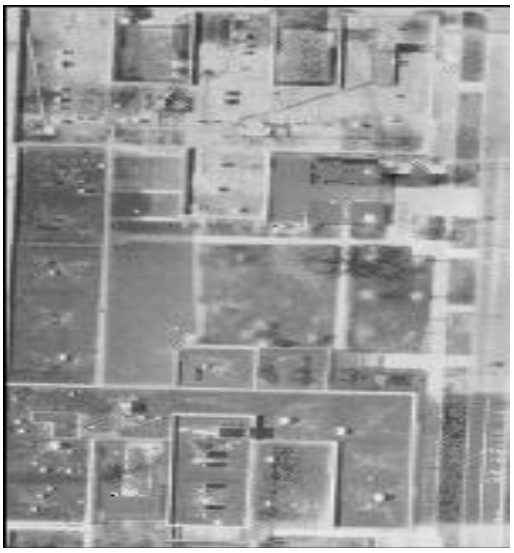
شکل۵- الف: تصویر ورودی



شکل۵- ب: آشکار سازی سایه با استفاده از روش پیشنهادی



شکل۶- الف: تصویر ورودی



شکل۶- ب: حذف سایه با استفاده از روش پیشنهادی