

یک روش جدید مبتنی بر تئوری فازی برای دسته‌بندی تصاویر بافتی

امین اکبری

مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین
Amin_akbari66@qiau.ac.ir

حسن رشیدی

دانشکده علوم ریاضی و رایانه، دانشگاه علامه طباطبائی
hrashi@atu.ac.ir

چکیده

با پیشرفت روزافزون تکنولوژی، جایگزینی سیستم‌های نظارتی در صنایع نظامی، ترابری، پزشکی، فضایی و غیره به جای انسان رو به افزایش است. از مهم‌ترین این سیستم‌ها می‌توان به سیستم‌های بینایی ماشین اشاره کرد که مبتنی بر پردازش تصاویر می‌باشند. یکی از شاخه‌های مهم پردازش تصاویر، دسته‌بندی آن‌ها برای تشخیص اشیاء یا نواحی خاص می‌باشد. یکی از روش‌های متداول در دسته‌بندی تصاویر استفاده از لبه‌یاب‌ها می‌باشد. با این وجود در بسیاری از تصاویر که در صنایع و علوم مختلف به دست می‌آیند، لبه‌های واضحی وجود ندارند. از این‌رو نیاز به تکنیک‌های قطعه‌بندی که بر مبنای بافت تصاویر عمل می‌کنند احساس می‌شود. بنابراین با توجه به عدم وجود لبه‌های مشخص در برخی تصاویر همچون تصاویر بافتی، امروزه مسئله‌ی دسته‌بندی تصاویر بافتی در علم بینایی ماشین بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در این مقاله روشی برای دسته‌بندی تصاویر بافتی مبتنی بر تئوری فازی پیشنهاد شده است. در روش پیشنهادی با به‌کارگیری تئوری فازی به تصحیح مرزها پرداخته شده است. با استفاده از رویکرد پیشنهادی می‌توان به بهبود دقت مرزبندی تصاویر و دسته‌بندی آن‌ها کمک نمود.

واژگان کلیدی: تصاویر بافتی، تبدیل کانتورلت، تصحیح مرز، تئوری فازی.

مقدمه

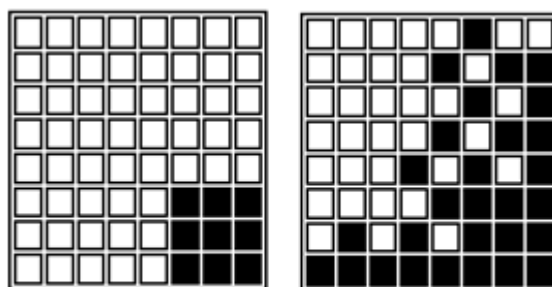
در سالهای اخیر الگوریتم‌های متفاوتی برای دسته‌بندی خودکار تصاویر بافتی پیشنهاد شده است. در الگوریتم‌های دسته‌بند متداول، هر الگو تنها به یک مجموعه تخصیص یافته و الگوها به دسته‌های غیر متصل دسته‌بندی شده است (Javidan, 2011). بنابراین آن‌ها در طبقه‌های فشرده و کاملاً مجزا عملکرد قابل قبولی دارند. اما در اکثر موارد دسته‌بندی تصاویر بافتی به خصوص تصاویر بستر دریا و توزیع دو مجموعه که معمولاً در فضای ترکیب، هم‌پوشانی دارند عملکرد الگوریتم‌ها مناسب نیست (Mignotte et al, 2000). با توجه به نامشخص بودن مرزهای بین مجموعه‌های مختلف در تصاویر بافتی، بخش تصحیح مرز در تصاویر بافتی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Long et al, 2006). یکی از چالش‌های موجود در مرزبندی تصاویر بافتی و دسته‌بندی آن‌ها مسئله پیشروی است. روش پیشنهادی در این مقاله با به‌کارگیری تئوری فازی در بخش تصحیح مرز به چالش پیش گفته را مرتفع نموده است. ساختار مقاله در ادامه به این صورت سازماندهی شده است که در بخش دوم پیشینه‌ی تحقیق ارائه شده است. بخش سوم به معرفی روش پیشنهادی پرداخته است. در بخش چهارم نتایج حاصل از ارزیابی روش پیشنهادی ارائه داده شده است. نتیجه‌گیری مقاله در بخش پنجم بیان شده است.

پیشینه تحقیق

هدف اصلی از مطالعه‌ی بافت تصویر، طبقه‌بندی بخش‌هایی از تصویر است که دارای بافت‌های متفاوت هستند. بدین منظور روش‌های متفاوتی در مقالات علمی مطرح گردیده‌اند و هنوز یک روش کلی برای بخش‌بندی بافت‌های گوناگون تصویر که بدون خطا، این کار را انجام دهد معرفی نشده و تحقیقات در این زمینه همچنان ادامه دارد (Lu and Weng, 2007). تبدیل کانتورلت به‌عنوان بهبودی بر تبدیل‌های دیگر همچون کرولت پیشنهاد شده است. تبدیل کانتورلت نه تنها تمام ویژگی‌های تبدیل موجک اعم از محلی سازی مکان فرکانس و نمایش مالیتی رزولوشن رادار است بلکه ویژگی‌های دیگر از جمله جهت‌داری و ناهمسان‌گری را دارد (Long et al, 2006; Dong and Ma, 2013). بر اساس تحقیقات انجام شده دقت نتایج آن بیشتر از تبدیل موجک و تبدیل‌های پیش از آن است. روش‌های دسته‌بندی مبتنی بر بافت، شامل دو دسته‌ی روش‌های با سرپرستی و روش‌های بدون سرپرستی می‌باشد. در اکثر مقالات ارائه شده تاکنون، روش‌های دسته‌بندی مبتنی بر بافت از دو مرحله اصلی تشکیل شده است (Long and Younan, 2006; Malik et al, 2001). مرحله اول استخراج ویژگی‌های مؤثر بافت از تصویر، مرحله دوم دسته‌بندی تصویر توسط یکی از الگوریتم‌های خوشه‌یابی یا دسته‌بندی با استفاده از ویژگی‌های استخراج شده است (Javidan and Eghbali, 2005). از سوی دیگر برای دسته‌بندی تصاویر معمولاً دو نوع روش وجود دارد. نوع اول مبتنی بر ناحیه و نوع دوم، مبتنی بر مرزها و لبه‌ها می‌باشد. در بسیاری از روش‌های پیشنهاد شده برای دریافت نتایج ترکیب انواع روش‌های پیش گفته استفاده شده است (Besbes et al, 2007; Fotouhi et al, 2009; Li et al, 2008; Javidan et al, 2008). تاکنون روش‌های متفاوتی برای دسته‌بندی تصاویر بافتی پیشنهاد شده است. به‌عنوان نمونه در (Lu and Weng, 2007)، با استفاده از تئوری مودولوس ماکسیمم^۱ یک روش تشخیص لبه بر مبنای تبدیل کانتورلت ارائه شده است که نسبت به روش‌های پیشین بر روی تصاویر نویز دار به‌خوبی عمل کرده است. به‌عنوان مثالی دیگر می‌توان به روش بکار رفته در (Javidan, 2011) اشاره نمود که از الگوریتم چهار همسایگی در بخش تصحیح مرز استفاده نموده است. در این روش بلاک‌های تصویر دریافتی که طی فرآیندی به بلاک‌های $m \times m$ تقسیم شده است از بالا، سمت چپ به ترتیب مورد ارزیابی قرار گرفته شده است. ابتدا در این روش، بلاک‌های چهار طرف بلاک جاری مورد بررسی قرار گرفته شده است. اگر بلاک مورد نظر حداقل با نصف همسایه‌های خود

¹ Modulus Maxima

هم‌طبقه باشد برچسب یا کلاس بلاک تغییر نمی‌کند. در غیر این صورت اگر کلاس بلاک با نصف همسایه‌های خود (سه همسایه از چهار همسایه) هم‌طبقه نباشد کلاس بلاک موردنظر تغییر می‌کند. این فرایند در مورد سایر بلاک‌ها تکرار شده است. مسئله پیشروی به‌عنوان یکی از چالش‌های موجود در اکثر روش‌های دسته‌بندی تصاویر بافتی معرفی شده است. نمونه‌ای از این مسئله در شکل (1) نمایش داده شده است.



الگوریتم چهار همسایگی

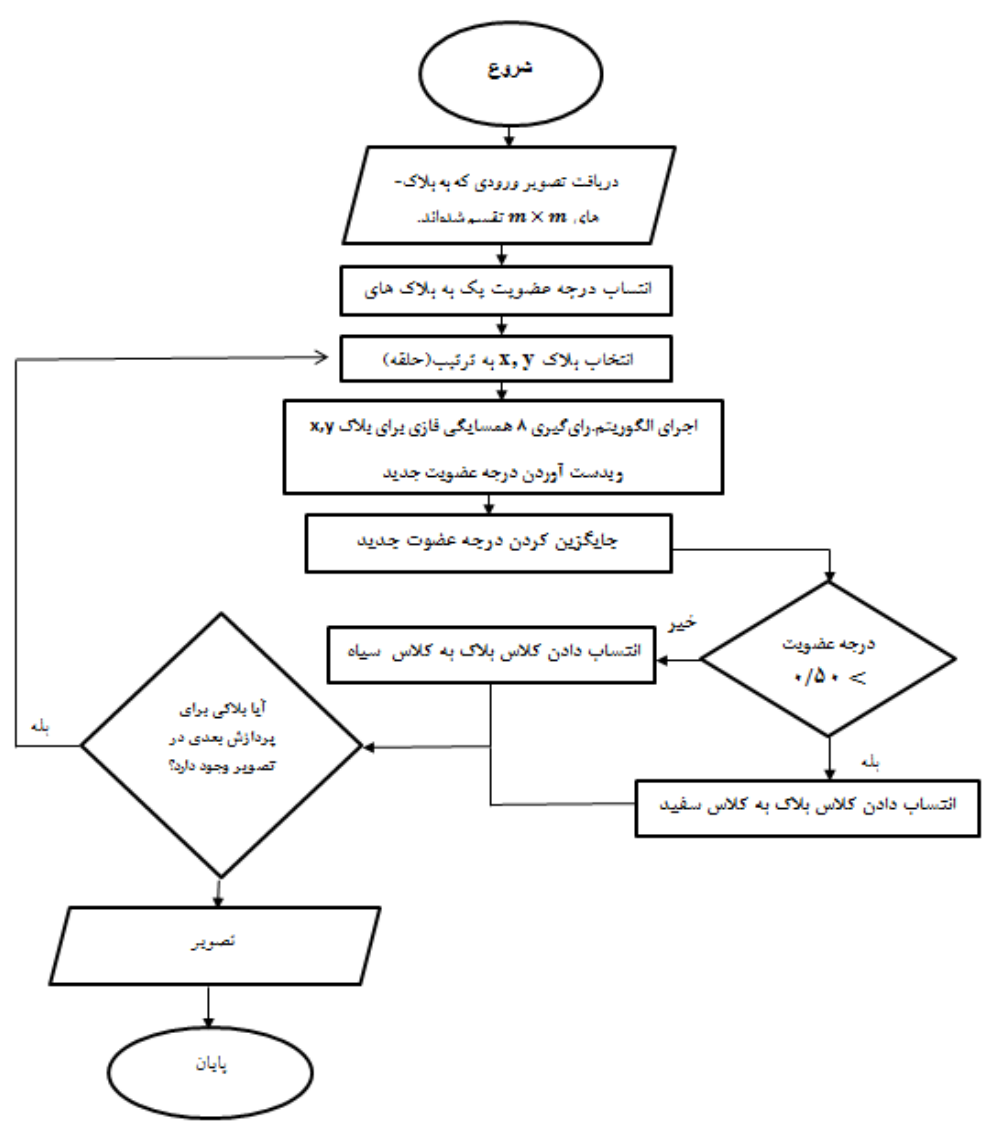
عکس پایه

شکل (1): وجود مسئله پیشروی در اجرای الگوریتم چهار همسایگی

همان‌طور که در شکل (1) نشان داده شده است مسئله پیشروی در بلاک بالا سمت چپ به‌طرف بلاک‌های قرارگرفته در پایین و سمت راست وجود دارد. چون بلاک‌ها از چپ به راست و از بالا به پایین بررسی شده است، در صورت لزوم کلاس آن تغییر یافته و ممکن است تغییر کلاس بلاک xy بر رأی‌گیری بلاک‌های $x+1y$ و $xy+1$ و... اثر گذاشته باشد که این تأثیر ممکن است مسئله پیشروی را به دنبال داشته باشد. این نوع پالایش برای پیکسل‌ها و یا بلاک‌های کوچک به‌درستی جواب می‌دهد (خطای آن قابل چشم‌پوشی است). با بزرگ شدن اندازه‌ی بلاک ممکن است پیشروی تا جایی ادامه پیدا کند که تمامی بلاک و یا بخشی از آن حذف شود.

روش پیشنهادی

در روش پیشنهادی با استفاده از تئوری فازی می‌توان مسئله پیشروی که در بسیاری از روش‌های دسته‌بندی تصاویر بافتی مانند رأی‌گیری چهار همسایگی (Javidan, 2011). وجود داشته را به میزان قابل قبولی مرتفع نموده و دقت را بهبود داد. بر این اساس به هر بلاک یک درجه عضویت نسبت داده شده و هرکدام از همسایه‌ها با توجه به درجه عضویت آن بر رأی‌گیری اثرگذار می‌باشند. در روش پیشنهادی منظور از درجه عضویت، میزان عضویت بلاک موردنظر در کلاس سفید تعریف شده است. به‌عنوان مثال اگر درجه عضویت بلاک 0.75 باشد، بدان معنی است که بلاک موردنظر با درجه عضویت 0.75 عضو کلاس سفید و با درجه عضویت 0.25 عضو کلاس سیاه می‌باشد. بنابراین با محاسبه میزان عضویت هر بلاک به کلاس سفید به‌راحتی می‌توان میزان عضویت بلاک موردنظر در کلاس سیاه را تعیین نمود. دیاگرام کلی روش پیشنهادی در شکل (2) نمایش داده شده است.



شکل (2): دیاگرام روش پیشنهادی برای تصحیح مرز تصاویر بافتی

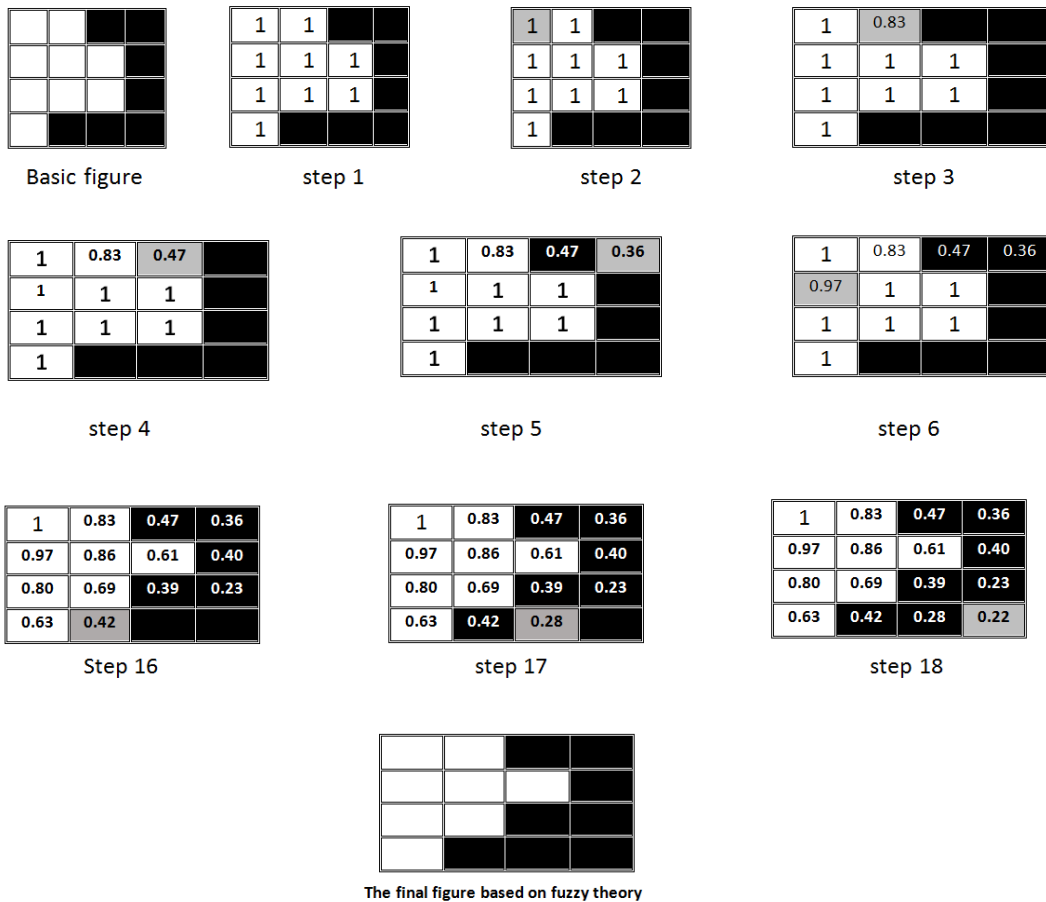
در روش پیشنهادی ابتدا به هر بلاک با کلاس سفید درجه عضویت یک تخصیص یافته است. از گوشه بالای عکس، سمت چپ به سمت راست و پایین به ترتیب بلاک‌ها مورد بررسی قرار گرفته شده‌است. ابتدا مجموع درجات عضویت همسایه‌های بلاک موردنظر با درجه عضویت خود بلاک بر اساس فرمول (1) محاسبه شده است.

$$dm = dbx + dby \quad (1)$$

در اینجا dby ، درجه عضویت بلاک مورد نظر، dbx ، مجموعه درجات عضویت بلاک‌های همسایه می‌باشد. سپس با استفاده از فرمول (2)، درجه عضویت جدید بلاک مورد بررسی محاسبه شده است.

$$dby = dm / (n + 1) \quad (2)$$

در اینجا، n تعداد بلاک‌های همسایه، dby درجه عضویت جدید بلاک مورد نظر می‌باشد. این روند تا زمان بررسی تمام بلاک‌ها تکرار شده است. در انتها کلاس بلاک‌هایی که درجه عضویت آن‌ها بزرگتر از 0.5 بوده، سفید، کلاس بلاک‌هایی که درجه عضویت آن‌ها کوچکتر از 0.5 بوده، سیاه در نظر گرفته شده است. کلاس بلاک‌هایی که درجه عضویت آن‌ها 0.5 می‌باشد بدون تغییر خواهد ماند. شکل (3) نمونه‌ای از اجرای روش پیشنهادی را نمایش داده است.



شکل (3): نمونه‌ای از اجرای روش پیشنهادی برای تصحیح مرز تصاویر بافتی

ارزیابی روش پیشنهادی

برای ارزیابی الگوریتم پیشنهادی، روش‌های رأی‌گیری چهار همسایگی، رأی‌گیری هشت همسایگی و رأی‌گیری هشت همسایگی با استفاده از تئوری فازی بر نمونه‌هایی از تصویر پیاده‌سازی شده است. روش بر روی 1000 تصویر که هرکدام به صورت تصادفی ایجاد شده، اجرا شده است. تصاویر شامل 400 بلاک 20*20 می‌باشد که بلاک‌های سمت چپ معمولاً به کلاس سفید و بلاک‌های سمت راست به کلاس سیاه گرایش دارند. نتایج ارزیابی در جدول شماره 1 نمایش داده شده است.

جدول (1): نتایج ارزیابی روش پیشنهادی

a	B	T	P	T/(20*20)	P/(20*20)	روش
43.82	28.58	72.4	15.24	18.1	3.81	چهار همسایگی
54.42	33.98	88.4	20.44	22.1	5.11	هشت همسایگی
40.71	33.99	74.7	6.72	18.67	1.68	روش پیشنهادی

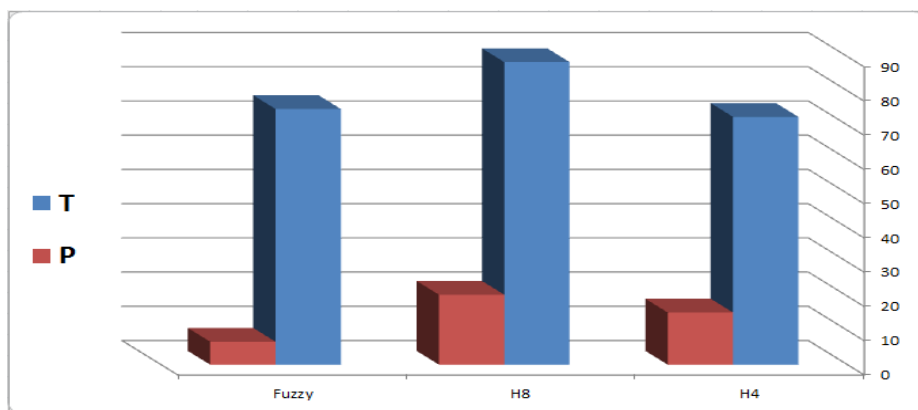
معیار مقایسه میان الگوریتم‌ها، کمترین تغییر و پیشروی در تصاویر تعریف شده است. در جدول بالا، پارامتر a، نشان دهنده تعداد بلاک‌هایی است که کلاس آن‌ها از سیاه به سفید و پارامتر b نشان‌دهنده تعداد بلاک‌هایی است که کلاس آن‌ها از سفید به سیاه تغییر نموده است. تعداد تغییرات صورت گرفته توسط رابطه (3) محاسبه شده است.

$$T = a + b \quad (3)$$

بر اساس آزمایش صورت گرفته در روش پیشنهادی، تعداد تغییرات به‌طور میانگین 74.7 به دست آمده است. در صورتی که تعداد تغییرات در روش رأی‌گیری چهار همسایگی 72.4 می‌باشد. پارامتر تعداد تغییرات، به پراکندگی کلاس بلاک‌ها در تصویر وابسته است. میزان پیشروی در تصاویر با به‌کارگیری رابطه (4) محاسبه شده است.

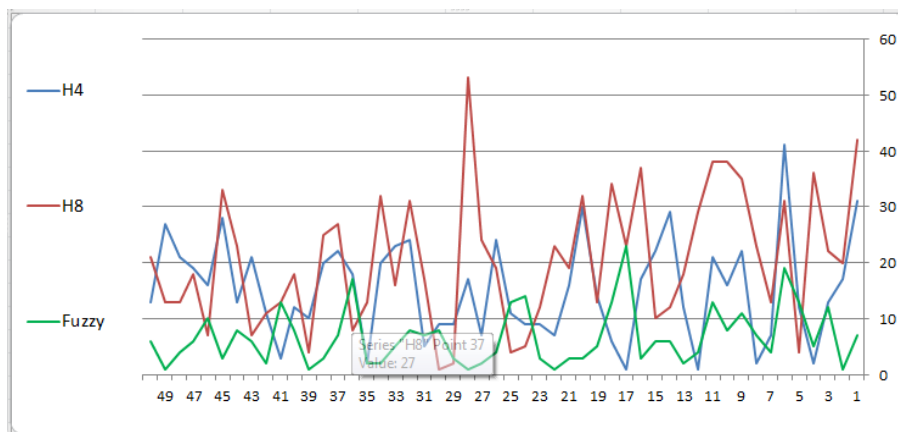
$$P = a - b \quad (4)$$

در اینجا پارامتر P نشان‌دهنده میزان پیشروی می‌باشد. معمولاً کلاس سمت چپ، بالا به طرف کلاس سمت راست، پایین پیشروی دارد. در روش پیشنهادی، میزان پیشروی به‌طور میانگین در آزمایش انجام شده 1.68 برآورد شده است. در حالی که در روش رأی‌گیری چهار همسایگی میزان پارامتر مورد نظر 3.81 می‌باشد. در شکل (4) مقایسه‌ای میان مقادیر پارامترهای P و T در روش‌های رأی‌گیری چهار همسایگی (Javidan, 2011). رأی‌گیری هشت همسایگی و روش پیشنهادی انجام شده است.



شکل (4): مقایسه میان روشها بر اساس مقادیر پارامترهای P و T

شکل (4) بیانگر آن است که روش پیشنهادی نتایج بهتری در پارامتر P، میزان پیشروی در تصاویر بافتی را نشان می‌دهد. در شکل (5) نمودار خطی، پارامتر P در 50 نمونه اولیه در روش‌های مورد مقایسه را نشان داده است.



شکل (5): نمودار خطی از 50 نمونه اول پارامتر P در روش‌ها

هدف از انتخاب 50 نمونه اولیه این است که انحراف معیار به وضوح نمایش داده شود. در شکل (5) خط آبی نشان دهنده نتیجه اجرای 5 نمونه اول توسط روش رأی‌گیری چهار همسایگی (Javidan, 2011). خط قرمز نتیجه اجرای 50 نمونه اول با به‌کارگیری روش رأی‌گیری هشت همسایگی می‌باشد. همان‌گونه که در شکل (5) نشان داده شده است میزان پیشروی در روش رأی‌گیری هشت همسایگی نسبت به روش رأی‌گیری چهار همسایگی بیشتر می‌باشد. رأی‌گیری از هشت بلاک همسایه در روش رأی‌گیری هشت همسایگی سبب شده است که در تصحیح مرز تصاویر بافتی مورد آزمایش نتایج ضعیف‌تری ارائه شود. در شکل (5) خط سبز نشان‌دهنده نتیجه اجرای 50 نمونه اول تصاویر بافتی با بکارگیری روش پیشنهادی می‌باشد. با توجه به اینکه در انتخاب بلاک‌ها از رأی‌گیری فازی استفاده شده است، بنابراین میزان پیشروی به مقدار قابل‌توجهی کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری

در این مقاله روش جدیدی مبتنی بر رأی‌گیری هشت همسایگی فازی جهت تصحیح مرز ارائه شده است. در طبقه‌بندی تصاویر بافتی و توزیع دو دسته، معمولاً در فضای ترکیبی همپوشانی دارند و مرزهای موجود بین طبقات مختلف در فضای ترکیبی به‌طور صریح قابل‌تعریف نمی‌باشند؛ بنابراین ضروری است که نتیجه‌ی بخش‌بندی تصحیح شود و مرزهای بین مناطق طبقه‌بندی شده باید تصحیح شوند. برای انجام این درکارهای پیشین مانند رأی‌گیری چهار همسایگی، مشکل پیشروی وجود داشته است. در این مقاله در راستای رفع چالش پیش‌گفته راهکاری پیشنهاد شده است. الگوریتم ارائه شده با مرتفع نمودن مشکل پیشروی، دقت مرزبندی را بهبود داده است.

در این روش میزان اثرگذاری همسایه‌های اصلی و فرعی یکسان است که این امر می‌تواند به‌عنوان یک چالش در کارهای آتی موردبررسی قرار داده شود.

مراجع

- Javidan, R. (2011). Seabed Image Texture Analysis Using Subsampled Contourlet Transform. In *e-Technologies and Networks for Development* (pp. 337-348). Springer Berlin Heidelberg.
- Mignotte, M., Collet, C., Pérez, P., & Bouthemy, P. (2000). Markov random field and fuzzy logic modeling in sonar imagery: application to the classification of underwater floor. *Computer Vision and Image Understanding*, 79(1), 4-24.
- Long, Z., & Younan, N. H. (2006, March). Contourlet spectral histogram for texture classification. In *Image Analysis and Interpretation, 2006 IEEE Southwest Symposium on* (pp. 31-35). IEEE.
- Lu, D., & Weng, Q. (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International journal of Remote sensing*, 28(5), 823-870.
- Long, Z., & Younan, N. H. (2006, March). Contourlet spectral histogram for texture classification. In *Image Analysis and Interpretation, 2006 IEEE Southwest Symposium on* (pp. 31-35). IEEE.
- Malik, J., Belongie, S., Leung, T., & Shi, J. (2001). Contour and texture analysis for image segmentation. *International journal of computer vision*, 43(1), 7-27.
- Javidan, R., & Eghbali, H. J. (2005, September). Seabed textural image restoration and noise removal using genetic programming. In *5th International Conference on Marine Researches and Transportation, Italy* (pp. 19-21).
- Besbes, O., Belhadj, Z., & Boujemaa, N. (2007). A variational framework for adaptive satellite images segmentation. In *Scale Space and Variational Methods in Computer Vision* (pp. 675-686). Springer Berlin Heidelberg.
- Fotouhi, M., Rohban, M. H., & Kasaei, S. (2009, October). Skin detection using contourlet texture analysis. In *Computer Conference, 2009. CSICC 2009. 14th International CSI* (pp. 367-372). IEEE.
- Li, S., Fu, X., & Yang, B. (2008, April). Nonsubsampled contourlet transform for texture classifications using support vector machines. In *Networking, Sensing and Control, 2008. ICNSC 2008. IEEE International Conference on* (pp. 1654-1657). IEEE.
- Javidan, R., Masnadi-Shirazi, M. A., & Azimifar, Z. (2008, April). Contourlet-Based acoustic seabed ground discrimination system. In *Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, 2008. ICTTA 2008. 3rd International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- Dong, Y., & Ma, J. (2013). Feature extraction through contourlet subband clustering for texture classification. *Neurocomputing*, 116, 157-164.

Surf and download all data from SID.ir: www.SID.ir

Translate via STRS.ir: www.STRS.ir

Follow our scientific posts via our Blog: www.sid.ir/blog

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: www.sid.ir/workshop