



استفاده از آنتروپی فازی در لبه یاب فازی رقابتی به منظور قطعه بندی

تصویر

معصومه بورجندی، فریبرز محمودی، کیمیا رضائی کلانتری

عضو هیات علمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول

گرگان، ایران

m.boorjandi@yahoo.com

دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

قزوین، ایران

mahmoudi@itrc.ac.ir

مدرس دانشگاه آزاد واحد ساری

rezaeikalantari@gmail.com

چکیده

در این مقاله روشی جدید با استفاده از لبه یاب فازی برای قطعه بندی تصاویر نویزی پیشنهاد شده است. در این الگوریتم ابتدا لبه های تصویر را با استفاده از منطق فازی و قوانین رقابتی یافته و سپس با استفاده از آنتروپی فازی کیفیت لبه های بدست آمده از مرحله قبل را بهبود می دهیم. در نهایت نیز با استفاده از اطلاعات لبه های بدست آمده حد آستانه ای مناسب برای قطعه بندی تصویر یافته و با استفاده از آن تصویر را به نحو مناسب قطعه بندی می نمایم. نوآوری این مقاله در بهبود لبه های تصویر نسبت به لبه یاب فازی رقابتی و استفاده از آن در قطعه بندی تصویر می باشد که نهایتاً نتایج عملی این مقاله نشان خواهد داد که کیفیت قطعه بندی در تصاویر نویزی با روش پیشنهادی نسبت به قطعه بندی براساس آنتروپی محلی بهتر می باشد.

کلمات کلیدی:

لبه یاب فازی، آنتروپی فازی، آنتروپی محلی، قطعه بندی تصویر

۱. مقدمه

قطعه بندی تصویر، یکی از کارهای مشکل در پردازش تصویر و بینایی ماشین می باشد. قطعه بندی، فرآیندی است که در آن پیکسل هایی که در یک یا چند مشخصه مانند رنگ و بافت و شکل یکسان اند در یک ناحیه قرار می گیرند و برچسبهای یکسانی به آنها داده می شود [۱].

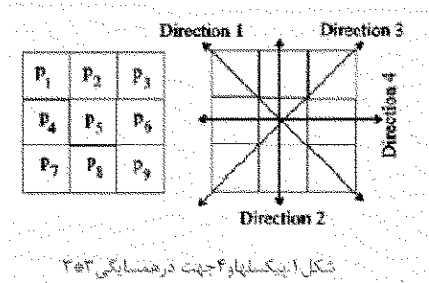
فرآیند قطعه بندی از ۳ منظر قابل بررسی می باشد: [۲]

۱. لبه ۲. ناحیه ۳. مرز

یکی از روشهای قطعه بندی تصویر، قطعه بندی براساس لبه می باشد. لبه ها، حامل اطلاعات مهمی از تصویر می باشند و بخوبی بیانگر

شکل اجسام هستند. اهمیت لبه ها در تصویر تا به آنجاست که سیستم بینایی انسان نیز از یک مرحله مهم پردازش برای آشکارسازی لبه استفاده می کند. به هرگونه ناپیوستگی و تغییر سریع در رنگ و بافت یا میزان شدت روشنایی تصویر، لبه می گویند. الگوریتمهای مختلفی برای آشکارسازی لبه ها ابداع و پیشنهاد شده است [۳]. در روشهای کلاسیک آشکارسازی لبه، بیشینه های محلی گرادین تصویر، به عنوان نماینده مناسب برای لبه در نظر گرفته می شدند. آشکارسازهای روبرت، سوبل و پرویت وکنی به این دسته تعلق دارند.

از جمله مشکلات این روشها می توان به حجم بالای محاسباتی و حساسیت به نویز و خطوط کلفت ایجاد شده اشاره نمود [۴]. علاوه بر



بصورتیکه این ۴ جهت بصورت d_1, d_2, d_3, d_4 بوده که مجموع دامنه تغییرات را در سطوح خاکستری بین p_5 و همسایه هایش برای ۴ مسیر مختلف نشان می دهد و بطور مثال d_1 بصورت زیر فرموله می گردند:

(۱)

بنابراین برای هر پیکسلی یک بردار مشخصه ۴ بعدی به صورت $x = (d_1, d_2, d_3, d_4)$ در نظر گرفته می شود که نمایانگر مجموع دامنه اختلافات در ۴ جهت روی همسایگی پیکسل مرکزی می باشد. مرحله سوم:

حال با استفاده از دسته بندی کننده فازی، هر پیکسل در حال بررسی در یکی از کلاسها دسته بندی می گردد. در این الگوریتم از ۶ کلاس استفاده شده بصورتیکه کلاس ۰ مربوط به پیکسلهای پس زمینه و ۴ کلاس بعدی هر یک مربوط به پیکسلهای لبه در یکی از ۴ جهت و کلاس بعدی نیز مربوط به پیکسلهای نویزی می باشد مرکزیت هر کلاس با استفاده از مقادیر lo, hi توسط کاربر معین می گردد میزان عضویت هر پیکسل به کلاس α بصورت زیر معین می گردد:

$$\mu_i(x) = \max \left\{ 0, \frac{1 - \|x - c_i\|^2}{w_i^2} \right\} \quad (2)$$

تابع عضویتی که در بالا استفاده شده، تابع عضویت گوسینی می باشد در نهایت از بین مقادیر تعلق، بزرگترین مقدار شناسایی شده و پیکسل در حال بررسی جزو آن کلاس در نظر گرفته می شود.

مرحله چهارم

در این مرحله با توجه به اینکه تمام پیکسلهای موجود در تصویر در مرحله قبل دسته بندی شده اند، در نظر گرفتن قوانین رقابتی، هر پیکسل که جزو کلاس های لبه باشد با پیکسل های مجاورش که در کلاس لبه در جهت متقابل آن قرار دارند مقایسه شده تا از بین آنها مناسب ترین پیکسل به عنوان لبه در نظر گرفته شود. این مرحله باعث نازک سازی لبه های ضخیم می گردد.

نمونه ای از این قوانین بصورت زیر می باشند:

۱. اگر x جزو کلاس ۰ (پس زمینه) باشد بنابراین پیکسل سفید می گردد.

۲. اگر x جزو کلاس ۱ از لبه باشد بنابراین با پیکسلهای

روشهای ذکر شده، روشهای جدید دیگری به منظور لبه یابی بهینه تصویر استفاده شده اند که از جمله این روشها می توان به لبه یابهای مبتنی بر شبکه عصبی- فازی، الگوریتم مورچه ها، و همچنین لبه یابهای فازی اشاره کرد [۵]. در این مقاله از لبه یاب فازی رقابتی به منظور قطعه بندی تصویر استفاده شده است. یکی دیگر از روشهای قطعه بندی تصویر، قطعه بندی بر اساس ناحیه می باشد. در این روش تمامی پیکسلهای تصویر بررسی شده و هر پیکسل با توجه به معیارهای مشابهت تعیین شده، در یک ناحیه با مشابهت بیشتر قرار می گیرد [۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰].

قطعه بندی براساس استخراج نواحی انتقالی با استفاده از آنتروپی محلی، یکی از این روشها می باشد که در چند سال اخیر مورد استفاده قرار گرفته است [۱۴]. از جمله مشکلات این روش می توان به عدم مقاوم بودن بالای آن نسبت به نویز اشاره کرد. با توجه به اینکه آنتروپی فازی روشی بسیار مقاوم برای پردازش تصاویر نویزی می باشد در این مقاله ما قصد داریم تا با بکار بردن آن در روش کشف لبه فازی رقابتی، روشی مقاوم در برابر نویز به منظور قطعه بندی تصاویر ایجاد نماییم [۱۲].

نوآوری این مقاله در بهبود لبه های تصویر نسبت به لبه یاب فازی رقابتی و استفاده از آن در قطعه بندی تصویر می باشد که نهایتاً نتایج عملی این مقاله نشان خواهد داد که کیفیت قطعه بندی در تصاویر نویزی با روش پیشنهادی نسبت به قطعه بندی براساس آنتروپی محلی به مقدار قابل توجهی بهبود می یابد. در بخش ۲ از این مقاله، به تشریح الگوریتم پیشنهادی این مقاله می پردازیم و در بخش ۳، نتایج پیاده سازی را بررسی و مقایسات لازم به منظور نمایش بهینه بودن الگوریتم پیشنهادی انجام می گیرد در بخش ۴، نیز به اندازه گیری کارایی الگوریتم پیشنهادی در قطعه بندی تصویر پرداخته می شود.

۲. تئوری

۲.۱- کشف لبه فازی رقابتی

در این روش در ابتدا لبه های تصویر توسط الگوریتم کشف لبه فازی رقابتی مشخص می گردند بصورتیکه روند این روش به صورت زیر می باشد: [۱۱]

مرحله اول:

مجموعه ای از پارامترها hi, lo, w توسط کاربر معین می شوند.

مرحله دوم:

در این مرحله برای هر پیکسلی، همسایگی 3×3 را در اطراف پیکسل مرکزی p_5 بصورت زیر در نظر می گیریم با توجه به شکل دیده می شود که لبه ها در ۴ جهت ظاهر می گردند:

ماکزیمم آنتروپی، بصورت زیر می توان حد آستانه مناسبی برای حذف پیکسلهای نویزی از تصویر لبه یابی شده بدست آورد.

$$H_T = \beta H(\Omega_k)_{\max}$$

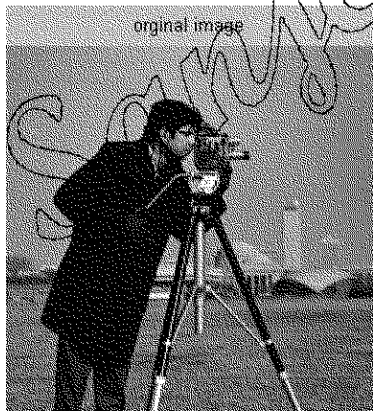
H_T حد آستانه β مقدار یابی بین (۰ و ۱) که با توجه به کیفیت تصویر بصورت تجربی معین می گردد.

۲.۳- قطعه بندی تصویر

در این مرحله با استفاده از اطلاعات لبه های بدست آمده از مرحله قبل، مقدار میانگین سطوح خاکستری پیکسلهای لبه تعیین می گردد و از آن به عنوان حد آستانه ای خوب برای قطعه بندی تصاویر استفاده می شود بطوریکه با استفاده از این حد آستانه تمامی پیکسلهایی که مقدار سطح خاکستری آنها کوچکتر از حد آستانه بدست آمده باشد سفید شده و آنهایی که مقدار سطح خاکستریشان بیشتر از حد آستانه باشد سیاه می گردند در پایان نیز با اعمال فیلتر میانه روی تصویر، به خوبی عمل قطعه بندی انجام می گردد.

۳. نتایج پیاده سازی

روش پیشنهادی با matlab بر روی تعدادی از تصاویر پیاده سازی شده است. در ابتدا آزمایشات را بر روی تصویر بدون نویز انجام می دهیم که نتایج آن در تصاویر شکل ۲ مشاهده می شود. همانطور که از تصاویر پیداست در حالت بدون نویز، تصویر لبه یابی شده با افزودن آنتروپی فازی به لبه یابی رقابتی بهتر عمل می نماید در حالیکه تصویر قطعه بندی شده به روش پیشنهادی و روش آنتروپی محلی تقریباً شبیه به یکدیگر می باشند. حال آزمایش را بر روی تصاویر نویزی امتحان می نمائیم. با توجه به اشکال ۳ و ۴ دیده می شود در مورد تصاویر نویزی روش پیشنهادی مقاله هم برای لبه یابی و هم برای قطعه بندی بهتر از لبه یابی رقابتی و قطعه بندی بر اساس آنتروپی محلی عمل می نماید.



۲. الف) (الف)

همسایه در جهت (۳) رقابت می نماید و اگر برنده شود به عنوان لبه، سیاه می گردد در غیر اینصورت سفید می شود.

۳. اگر X جزو کلاس ۵ (پیکسلهای نویزی) باشد بنابراین پیکسل سفید می گردد

۲.۲- روش پیشنهادی جهت بهبود لبه های کشف شده بوسیله

آنتروپی فازی :

از آنجائیکه آنتروپی فازی، برای حذف نویز از تصاویر نویزی بسیار مناسب می باشد. در این مرحله قصد داریم با بکاربردن آنتروپی فازی بر روی نقاط لبه ای بدست آمده پیکسلهای نویزی را حذف

$$d_1 = |p_1 - p_5| + |p_9 - p_5| \quad (\text{Direction 1})$$

نمائیم [۱۲].

بدین منظور در ابتدا ماسکی (Ω_k) به اندازه 7×7 را در نظر گرفته و روی تصویر می لغزانیم بطوریکه در هر مرحله مقدار عضویت پیکسلهای داخل این ماسک را نسبت به این ناحیه محلی کوچک بصورت زیر فرموله می نمائیم:

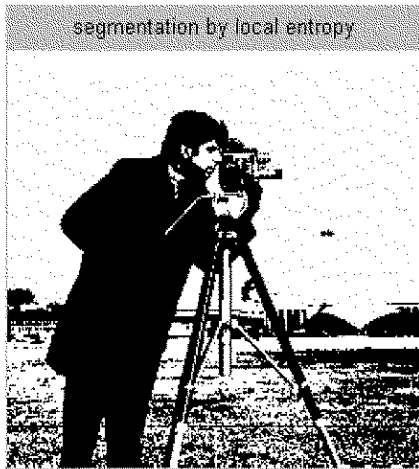
$$S(x, a, b, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{(x-a)^2}{(b-a)(d-a)}, & a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{(x-d)^2}{(d-b)(d-a)}, & b \leq x \leq d \\ 1, & x \geq d \end{cases} \quad (3)$$

بطوریکه پارامترهای a, b, d شکل تابع S را نشان می دهند. که در اینجا ما مقدار b را میانگین سطوح خاکستری پیکسلهای موجود در ناحیه محلی کوچک در نظر گرفته و مقدار a ، را اختلاف بین مقدار میانگین سطوح خاکستری و ماکزیمم اختلاف بین مقدار میانگین و مقادیر سطح خاکستری در ناحیه محلی کوچک در نظر گرفته شده. در نظر می گیریم و مقدار d ، را نیز مجموع مقدار میانگین سطح خاکستری و ماکزیمم اختلاف بین مقدار میانگین و مقادیر سطح خاکستری در ناحیه محلی در نظر گرفته شده در نظر می گیریم. با تعیین مقادیر عضویت پیکسلها اکنون با استفاده از تابع shannon، مقدار آنتروپی فازی این ناحیه کوچک را بصورت زیر فرموله می نمائیم: [۱۲] [۱۳]

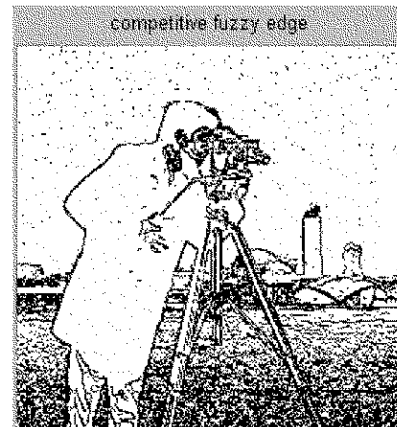
$$H(f(m, n)) = \frac{1}{MN \ln 2} \sum_m \sum_n S_n(\mu_{mn}(f(m, n))) \quad (4)$$

$$s(x) = -x \ln x - (1-x) \ln(1-x) \quad (5)$$

بطوریکه $\mu_{mn}(f(m, n))$ مقدار عضویت پیکسل X به ناحیه کوچک A می باشد و $S(x)$ تابع shannon بوده و $H(f(m, n))$ ، نیز مقدار آنتروپی فازی می باشد. بدین ترتیب با جابه جایی ماسک مقدار آنتروپی فازی برای کل تصویر محاسبه شده و حال با استفاده از



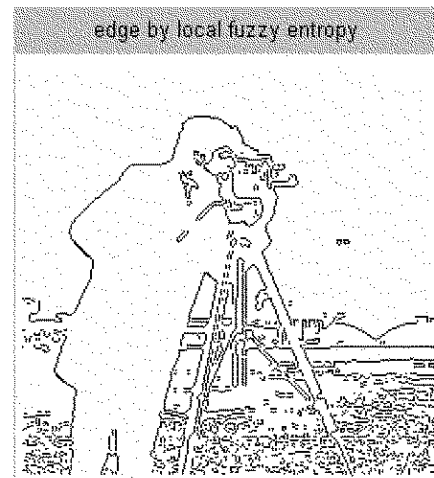
۲. (و)



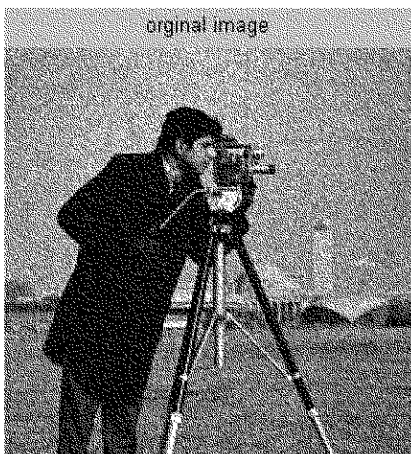
۲. (ب)

۲. (ب)

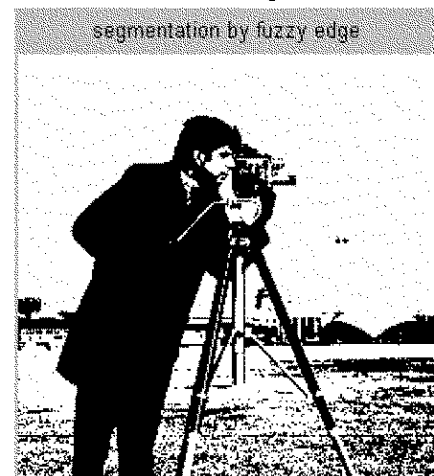
شکل ۲. الف. تصویر اصلی. ب. تصویر لبه یابی شده با لبه یاب فازی
 رقابتی ج. تصویر لبه یابی شده با افزودن آنتروپی فازی
 د. تصویر قطعه بندی شده با روش پیشنهادی و. تصویر قطعه بندی
 شده با روش آنتروپی محلی



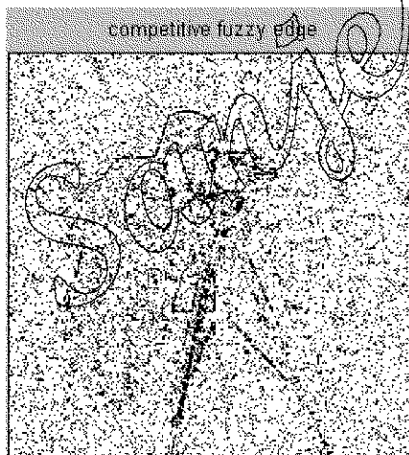
۲. (ج)



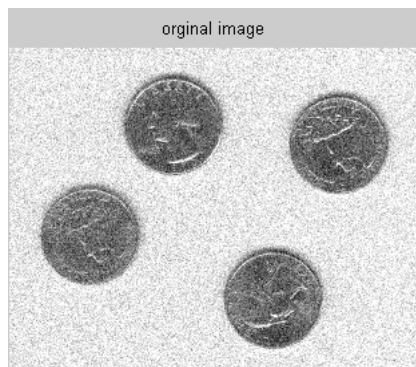
۳. (الف)



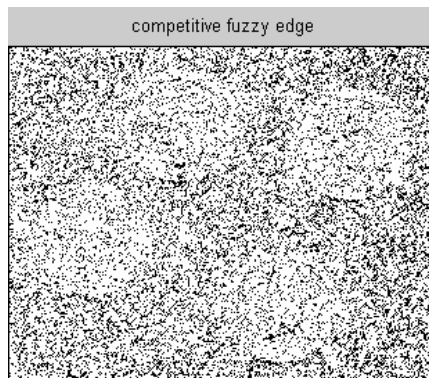
۲. (د)



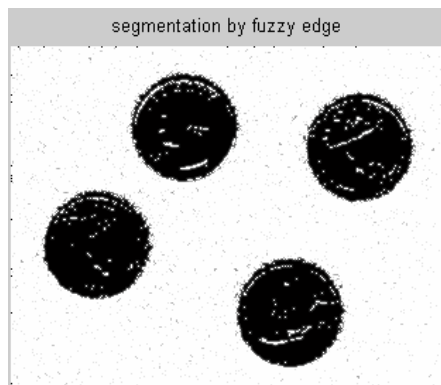
۳. (ب)



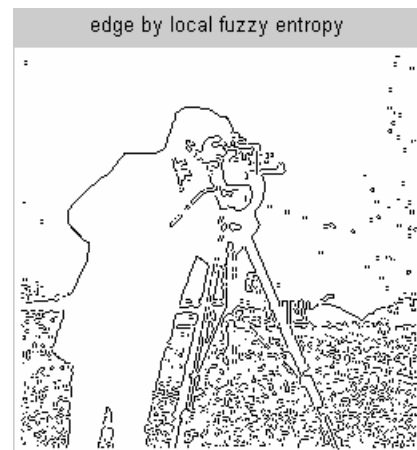
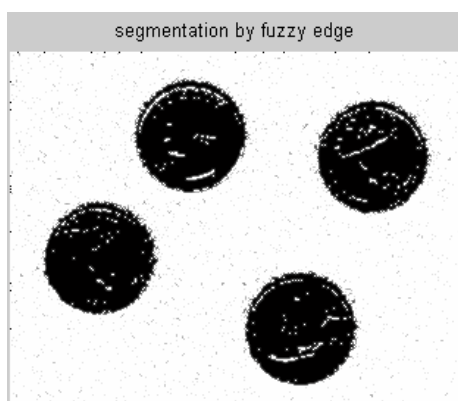
۴. الف) (الف)



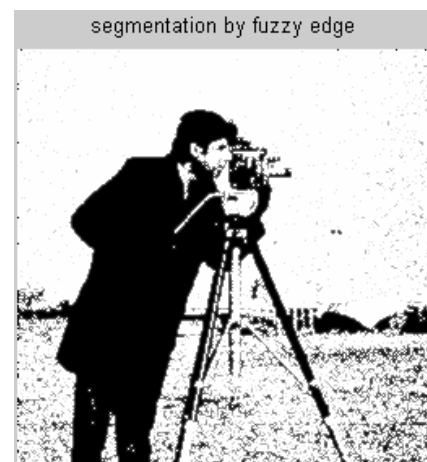
۴. ب) (ب)



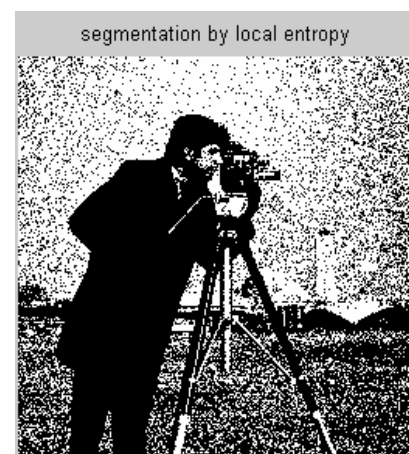
۴. ج) (ج)



۳. ج) (ج)



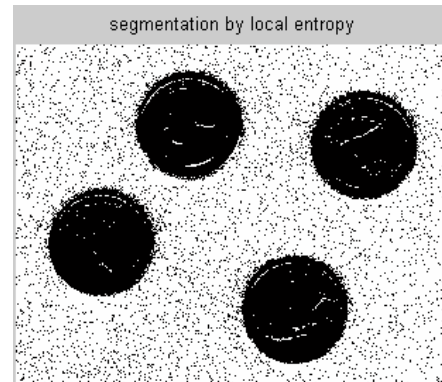
۳. د) (د)



۳. و) (و)

شکل ۳. الف. تصویر اصلی. ب. تصویر لبه یابی شده با لبه یاب فازی
 رقابتی ج. تصویر لبه یابی شده با افزودن آنتروپی فازی
 د. تصویر قطعه بندی شده با روش پیشنهادی و. تصویر قطعه بندی
 شده با روش آنتروپی محلی

(د).۴



(و).۴

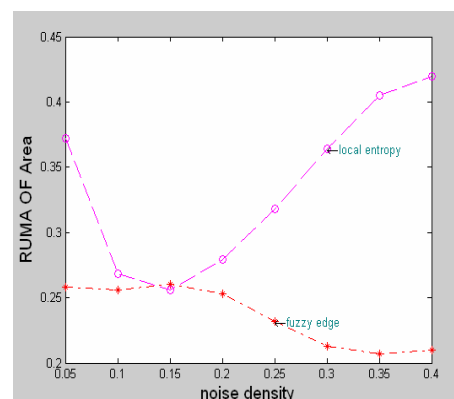
شکل ۴. الف. تصویر اصلی. ب. تصویر لبه یابی شده با لبه یاب فازی رقابتی ج. تصویر لبه یابی شده با افزودن آنتروپی فازی د. تصویر قطعه بندی شده با روش پیشنهادی و. تصویر قطعه بندی شده با روش آنتروپی محلی

۴- ارزیابی الگوریتم پیشنهادی

روشهای مختلفی برای ارزیابی کارایی قطعه بندی وجود دارد. اندازه گیری دقت ناحیه ای که توسط Zhang در سال ۱۹۹۶ پیشنهاد شد معیاری قدرتمند برای این کار می باشد که بصورت زیر تعریف می گردد:

$$RUMA_f = \frac{|R_f - S_f|}{R_f} \quad (7)$$

بطوریکه R_f مقدار مشخص بدست آمده از تصویر اصلی و S_f مقدار مشخص بدست آمده از نتایج قطعه بندی می باشد که مقدار مشخص می تواند ناحیه در نظر گرفته شود. [۱۵]



شکل ۵. منحنی های کارایی الگوریتم قطعه بندی براساس روش لبه و آنتروپی فازی و روش آنتروپی محلی

شکل ۵ نتایج قطعه بندی برای سطوح مختلف نویزی شکل ۲، توسط روش لبه و آنتروپی فازی و روش آنتروپی محلی را نمایش می دهد با توجه به نتایج محاسبات دیده می شود که: ۱. کارایی قطعه بندی توسط الگوریتم لبه و آنتروپی فازی بهتر از الگوریتم آنتروپی محلی بوده زیرا مقادیر کمتر RUMA، منجر به کارایی بالاتر در قطعه بندی می گردند. ۲. با توجه به شکل دیده می شود که با افزایش شدت نویز منحنی محاسباتی الگوریتم آنتروپی محلی تغییرات زیادی دارد که این امر بیانگر این است که کیفیت قطعه بندی در این روش به مقدار قابل توجهی تحت تاثیر نویز می باشد.

جدول ۱، نتایج تستهای انجام شده در شکل ۴ را نمایش می دهد با توجه به جدول، دیده می شود که تغییرات حدود آستانه ای در روش آنتروپی محلی نسبت به روش پیشنهادی بیشتر می باشد.

۵- نتیجه گیری

در این مقاله، روشی جدید براساس استفاده از آنتروپی فازی در کشف لبه فازی رقابتی به منظور قطعه بندی تصویر ارائه نمودیم. با بررسی تصاویر قطعه بندی شده و با توجه به اینکه استفاده از آنتروپی فازی باعث بهبود قابل توجهی در قطعه بندی تصاویر نویزی می گردد، به این نتیجه رسیدیم که استفاده از آنتروپی فازی خیلی بیشتر از آنتروپی محلی می تواند برای پردازش تصاویر نویزی موثر واقع گردد. روشهای قطعه بندی براساس آنتروپی محلی بسیار حساس به نویز می باشند و همین امر باعث عدم تولید نواحی با مرزهای دقیق می گردد در نتیجه فرآیند قطعه بندی خوبی نخواهیم داشت. ارزیابی کارایی الگوریتمها که در بخش قبل بیان گردید نیز حاکی از مقاومت بالای روش پیشنهادی مقاله در قطعه بندی تصاویر نویزی دارد.

جدول ۱. کارایی الگوریتم

میزان نویز		۰.۰۵	۰.۱	۰.۱۵	۰.۲	۰.۲۵	۰.۳	۰.۳۵	۰.۴
قطعه بندی براساس آنتروپی محلی	α	۰.۵۵	۰.۵۵	۰.۵۴	۰.۵۳	۰.۵۳	۰.۵۵	۰.۵۲	۰.۵۲
	حد آستانه	۱۱۶	۱۳۵	۱۳۸	۱۴۶	۱۶۲	۱۷۷	۱۸۹	۱۹۶
	RUMA	۰.۳۷۲	۰.۲۶۸	۰.۲۵۶	۰.۲۷۹	۰.۳۱۸	۰.۳۶۴	۰.۴۰۵	۰.۴۲
قطعه بندی براساس روش پیشنهادی	α	۰.۲۶	۰.۲۶	۰.۲۵	۰.۲۴	۰.۲۲	۰.۲۵	۰.۲۳	۰.۲۲
	حد آستانه	۱۶۲	۱۶۳	۱۶۷	۱۶۹	۱۷۱	۱۷۴	۱۷۷	۱۷۹
	RUMA	۰.۲۵۸	۰.۲۵۶	۰.۲۶	۰.۲۵۳	۰.۲۳۲	۰.۲۱۳	۰.۲۰۷	۰.۲۰۰

[12] E.Pasha, R. Farnoosh, A.Fatemi, " Fuzzy Entropy as Cost Function in Image Processing", 2006.

[13] H.D. Cheng and J.R. Chen, "Automatically determine the membership function based on the maximum entropy principle", 1997.

[14] Chengxin Yan a, Nong Sang a, Tianxu Zhang, " Local entropy-based transition region extraction and thresholding, Elsevier", 2003.

[15] Zhang, Y.J. A survey on evaluation methods for image segmentation. Pattern Recognition ,1996.

مراجع

[1] prof.G.Sanniti di Baja ..Improving image segmentation quality through effective region merging using a hierarchical social metaheuristic .Elsevier.2006.

[2] Carnell Hampton , Tim Persons ,Chris Wyatt,survey of image segmentation,2000

[3]B.McCane,"Edge detection",course note,Department of computer Science, university of Outage, Dunedin,Newzeland,February,2001..

[4]R.C.Gonzalez,and R.E.Woods,"Digital image processing",Addison-Wesley,2000.

[5]Eghbal,G.Mansoori and H.J. Eghbali,"Heuristic edge detection using fuzzy rule-based classifier", Journal of Intelligent and Fuzzy System,2006.

[6]H. Gao, W.-C. Siu and C.-H. Hou, "Improved techniques for automatic image segmentation", IEEE ,2001.

[7] Maria Dolores Gil Montoya , C.Gil ,and I.Garcia,,the load unbalancing problem for region growing image segmentation algorithms,2004.

[8] Jianping Fan, Guihua Zeng, Mathurin Body, Mohand-Said Hacid , Seeded region growing: an extensive and comparative study, Elsevier,2005 .

[9] Sai Ho Kwok, A. G. Constantinides , " An Efficient Recursive Shortest Spanning Tree Algorithm Using Linking Properties",IEEE,2004.

[10] Abraham Duarte , Angle Sanchez , Felipe Fernandez, improving image segmentation , Elsevier,2006.

[11] L.R Liang, C.G. Looney,"Competitive fuzzy edge detection",Applied Soft Computing, 2003.