

ارائه روشی ترکیبی برای تغییر اندازه تصویر بر اساس محتوای آن

فرزین یغمایی^۱، استادیار، کیمیا پیوندی^۲، دانشجوی دکتری

۱- دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر- دانشگاه سمنان- سمنان- ایران- f_yaghmaee@semnan.ac.ir

۲- دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر - دانشگاه سمنان- سمنان- ایران- kpeyvandi@semnan.ac.ir

چکیده: امروزه ابزارهای بسیاری برای تبادل تصاویر با کاربردهای مختلف وجود دارند. به دلیل نیاز استفاده از تصاویر برای کاربردهای مختلف و در وسایل متفاوت، نیاز به تغییر اندازه تصاویر امری ضروری است. این تغییر اندازه باید به گونه‌ای انجام شود که محتوای اطلاعاتی تصاویر تا حد امکان حفظ گردد. در این مقاله دو روش پیشنهادی برای تغییر اندازه تصویر مبتنی بر محتوای تصویر ارائه شده است که از ترکیب الگوریتم حذف درز و مقیاس‌دهی برای تغییر ابعاد تصویر استفاده می‌کند. در هر دو روش، ابتدا نواحی مهم تصویر تعیین می‌شود و در این نواحی به جهت اهمیت محتوا از الگوریتم حذف درز و در سایر نواحی از روش مقیاس‌دهی برای تغییر اندازه تصویر استفاده می‌گردد. تفاوت دو روش پیشنهادی در میزان تغییر اندازه نواحی مهم تصویر می‌باشد. نتایج شبیه‌سازی بر روی پایگاه داده استاندارد و در مقایسه با سایر روش‌های مطرح در این زمینه نشان‌دهنده عملکرد مناسب روش پیشنهادی بر روی انواع مختلفی از تصاویر و به‌خصوص تصاویر با پیچیدگی اطلاعاتی زیاد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تغییر ابعاد تصویر، الگوریتم حذف درز^۱، الگوریتم تغییر مقیاس^۲، نواحی موردعلاقه^۳.

A Combined Method for Content Based Image Resizing

Farzin Yaghmaee¹, Assistant Professor, Kimia Peyvandy², PhD Student

1-Electrical and Computer Engineering Department, Semnan University, Semnan, Iran

F_yaghmaee@semnan.ac.ir

2- Electrical and Computer Engineering Department, Semnan University, Semnan, Iran, kpeyvandi@semnan.ac.ir

Abstract: Nowadays there are many different devices for displaying images. According to using images in different applications and various devices, displaying the images in different display size is vital and essential. Therefore it is very important to preserve content of images during resizing. In this paper, we present two different methods for content aware image resizing that combined with Seam carving algorithm and scaling. In both methods, at first the important regions of image are determined. After that Seam carving algorithm is used in these important regions and traditional scaling is applied for other regions. The proposed approaches are implemented and the experimental result shows that these methods are appropriate for various images especially in content images with many objects and edges.

Keywords: Image resizing, seam carving, scaling, region of interest.

تاریخ ارسال مقاله: ۱۳۹۵/۰۵/۰۱

تاریخ اصلاح مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۰۲ و ۱۳۹۵/۰۸/۰۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۱۳

نام نویسنده مسئول: فرزین یغمایی

نشانی نویسنده مسئول: ایران - سمنان - روبروی پارک سوکان - دانشگاه سمنان - دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

۱- مقدمه

امروزه دستگاه‌های مختلف، با کاربردهای گوناگونی تولید شده‌اند که هر یک از آن‌ها قابلیت نمایش تصاویر را دارند. معمولاً ابعاد تصاویر قابل‌نمایش توسط هر یک از این دستگاه‌ها با یکدیگر متفاوت است. برای مثال اندازه صفحه‌نمایش در یک دستگاه تلفن همراه با اندازه صفحه‌نمایش یک کامپیوتر خانگی تفاوت دارد.

با توجه به این که هر یک از این دستگاه‌ها در مکان‌های متفاوت و برای کاربردهای مختلف به کار می‌روند و با توجه به این که افراد ممکن است از اطلاعات یکسان برای کاربردهای مختلف و در مکان‌های متفاوت، استفاده کنند، نیاز به تبادل تصویر بین این دستگاه‌ها وجود دارد. از آنجایی که ابعاد تصاویر قابل‌نمایش توسط این دستگاه‌ها متفاوت است، باید برای انتقال تصاویر از دستگاه مبدأ، ابعاد آن‌ها را به ابعاد قابل‌نمایش توسط دستگاه مقصد تبدیل نمود.

روش‌های مختلفی برای تغییر ابعاد تصویر وجود دارد، برای مثال یکی از معمول‌ترین این روش‌ها، روش تغییر مقیاس تصویر با توجه به ابعاد موردنظر است. اما این روش، یک راه مناسب برای تغییر اندازه تصویر نیست و معمولاً تصاویر حاصل از روش تغییر مقیاس نسبت به تصویر اولیه از نظر محتوای اطلاعاتی و کیفیت تصویر دچار نقصان می‌شوند. دلیل مشکل بیان شده این است که در روش‌های مبتنی بر تغییر مقیاس، اندازه تصویر بدون توجه به محتوای اطلاعاتی آن تغییر می‌کند و به همه پیکسل‌های موجود در تصویر ارزش یکسانی داده می‌شود. اما روش مناسب‌تر برای تغییر اندازه تصویر به گونه‌ای که کیفیت تصویر بهتر حفظ شود، تغییر اندازه تصویر مبتنی بر محتوای اطلاعاتی آن است. به این معنا که برای حذف یا اضافه کردن پیکسل از/به تصویر، به پیکسل‌ها بر اساس مکان قرارگیری آن‌ها در تصویر و این که چه اطلاعاتی از تصویر را در خود نگه می‌دارند، ارزش داده می‌شود و تغییر اندازه بر اساس اهمیت پیکسل‌ها انجام می‌گیرد.

روش تغییر اندازه تصویر که توسط Shamir و Avidan مطرح شده است، روشی برای تغییر اندازه تصویر بر مبنای محتوای اطلاعاتی آن می‌باشد که این روش بانام حذف درز شناخته می‌شود [۱]. در این روش به هر یک از پیکسل‌های تصویر بر اساس یک تابع انرژی که تعیین‌کننده میزان انرژی پیکسل‌های تصویر است، ارزشی اختصاص داده می‌شود. تغییر اندازه تصویر از طریق اضافه یا حذف کردن یک یا چند درز^۴ به تصویر صورت می‌گیرد. یک درز، درواقع یک مسیر بهینه از پیکسل‌های متصل با همسایگی هشت‌گانه است که از بالا به پایین و یا از چپ به راست حرکت می‌کنند. میزان بهینگی هر درز توسط تابع انرژی تعریف می‌شود [۱].

یکی از مهم‌ترین مشکلات الگوریتم حذف درز، پیچیدگی محاسباتی بالای این الگوریتم است، به طوری که برای محاسبه هر درز بهینه در تصویر، لازم است کل الگوریتم تکرار شود. در هر تکرار از الگوریتم برای تعیین درز بهینه، ارزش هر یک از پیکسل‌های تصویر با استفاده از تابع اهمیت تعیین می‌شود و سپس بر اساس این مقادیر که اهمیت اطلاعاتی

هر یک از پیکسل‌های تصویر را نشان می‌دهد، درز بهینه تعیین می‌گردد [۱].

با توجه به ماهیت ترتیبی الگوریتم حذف درز، روش‌هایی برای افزایش سرعت این الگوریتم ارائه شده‌اند. به عنوان مثال در [۲]، Lee و Kim روشی را برای بالا بردن سرعت الگوریتم حذف درز با استفاده از تکنیک تقسیم و غلبه ارائه داده‌اند. در این روش برای انجام تغییر اندازه تصویر در هر تکرار از الگوریتم، ناحیه مورد پردازش به دو بخش تقسیم شده و الگوریتم حذف درز در هر بخش به صورت جداگانه تکرار می‌شود، به گونه‌ای که در p امین مرحله از الگوریتم، تعداد $2p-1$ درز در $2p-1$ ناحیه به صورت مستقل از هم تعیین می‌گردد. بدیهی است که با استفاده از این الگوریتم، سرعت اجرای روش تغییر اندازه تصویر بیش‌تر می‌شود، اما یکی از مهم‌ترین مشکلات این روش، تقسیم‌بندی نواحی تصویر بدون توجه به ارتباط منطقی بین اجزای تصویر است. خصوصاً زمانی که تعداد درزهای حذف‌شده زیاد باشد، این عدم هماهنگی می‌تواند باعث ایجاد ناپیوستگی در تصویر نتیجه و در نواحی مجزا شود.

هدف اصلی در الگوریتم حذف درز، حذف پیکسل‌های کم‌ارزش تصویر است تا با این عمل، پیکسل‌های دارای ارزش بالاتر در تصویر حفظ شوند. اما این الگوریتم عمل حذف پیکسل‌های کم‌ارزش را با سیاست حریصانه^۵ انجام می‌دهد، به عبارت دیگر در این الگوریتم، پیکسل‌های با ارزش کم‌تر در تصویر به صورت متوالی حذف می‌شوند، تا زمانی که تصویر به اندازه دلخواه برسد. اما نکته مهم این است که در طول این فرآیند به تأثیر حذف پیکسل‌ها بر کیفیت تصویر، توجه نمی‌شود که این مسئله ممکن است باعث بروز مشکلاتی در وضوح تصویر گردد [۱، ۳ و ۴]. همچنین به دلیل ویژگی بیان شده در الگوریتم حذف درز، نواحی بااهمیت از تصویر که مقدار انرژی آن‌ها نسبتاً کم است ممکن است در معرض حذف شدن قرار گیرند [۴].

به دلیل مشکلات ذاتی الگوریتم حذف درز، این روش روی همه انواع تصاویر نمی‌تواند نتیجه مناسبی تولید کند و ممکن است باعث کاهش ریختن ساختار تصویر و افت کیفیت در تصویر نتیجه گردد. برای کاهش مشکلات الگوریتم حذف درز، روش‌ها و الگوریتم‌های بسیاری مطرح گردیده‌اند [۹-۵]. به عنوان مثال، Subramanian و همکاران روشی برای تغییر اندازه تصاویر شامل چهره ارائه داده‌اند که از منطق فازی برای حفظ اطلاعات مهم تصویر استفاده کرده است [۶]. در این الگوریتم، برای حفظ اطلاعات مهم تصویر، از یک روش ترکیبی سگمنت‌بندی فازی به همراه شبکه عصبی برای تشخیص پوست استفاده شده است، در نتیجه این روش می‌تواند نواحی مهمی از تصویر که شامل چهره انسان است را بیاید.

روش مطرح‌شده در [۱۰] یک تکنیک تطبیقی جدید برای یافتن درز بهینه را مطرح می‌کند. در این روش، مشکل الگوریتم حذف درز خصوصاً در تصاویری که اشیاء در مکان‌های نزدیک به هم واقع شده‌اند، در نظر گرفته شده است. برای حل این مشکل، الگوریتم سعی در یافتن اشیاء مهم تصویر دارد. برای این منظور از الگوریتم سگمنت‌بندی Chan

بردارهای به دست آمده برای دو تصویر محاسبه شده و از این طریق، میزان شباهت دو تصویر به دست می آید. در صورتی که این میزان شباهت از یک حد آستانه کم تر باشد، امکان حذف درز وجود ندارد زیرا در صورت استفاده مجدد از الگوریتم حذف درز، تخریب تصویر صورت می گیرد، در نتیجه در صورت نیاز به کاهش مجدد اندازه تصویر، از الگوریتم تغییر مقیاس استفاده شده است.

روش ترکیبی دیگری که در مرجع [14] ارائه شده است از ترکیب دو روش حذف درز و مقیاس گذاری، برای تغییر اندازه تصویر استفاده می کند. در این روش یک معیار فاصله اقلیدسی تصویر^۶ تعریف گردیده است که هدف آن کمینه کردن این فاصله بین تصویر ورودی و تصویر نهایی پس از تغییر اندازه می باشد. مراحل انجام تغییر اندازه تصویر به این صورت است که در ابتدا با الگوریتم حذف درز یک درز بهینه یافته شده و حذف می گردد، سپس تا رسیدن به اندازه مطلوب از روش تغییر اندازه یکنواخت استفاده شده است.

از طریق معیار فاصله اقلیدسی، میزان تفاوت تصویر ورودی با تصویر پس از تغییر اندازه به دست می آید و تعداد درز حذف شده به همراه میزان تفاوت تصویر اولیه و تصویر تغییر اندازه یافته، نگه داشته می شود. در مرحله بعد دو تا درز بهینه یافته شده و حذف می گردد و باقی تغییر اندازه تصویر، به روش مقیاس گذاری انجام می شود و بازم فاصله تصویر اولیه و تصویر پس از تغییر اندازه، محاسبه شده و این کار ادامه می یابد. در حالتی که فاصله تصویر اولیه و تصویر تغییر اندازه یافته کمینه است، بهترین کیفیت تصویر پس از تغییر اندازه را خواهیم داشت. در این حالت تعداد درزهای حذف شده نشان می دهد که برای این تصویر بهتر است چه میزان تغییر اندازه به روش حذف درز صورت بگیرد تا همچنان کیفیت تصویر حفظ شود.

روش های متعددی برای بهبود الگوریتم حذف درز مطرح شده اند که با تغییر تابع انرژی مورد استفاده، نواحی مهم تصویر را با دقت بالاتری شناسایی می کنند. با توجه به تنوع توابع انرژی مورد استفاده برای الگوریتم حذف درز در [15] مقایسه ای بین کارایی توابع مختلف و عملکرد آن ها در انواع تصاویر، انجام شده است. در ادامه تعدادی از روش های موجود که با تغییر انرژی سعی در بهبود الگوریتم حذف درز دارند، مطرح شده اند: برای نمونه یکی از ایده های مطرح شده برای یافتن نواحی مهم، استفاده از نقشه برجستگی می باشد [16]، به طوری که از روی تصویر اصلی، نقشه برجستگی آن را به دست می آید و در جاهایی از تصویر که از نظر نقشه برجستگی، اهمیت کمتری دارد، روش حذف درز، اعمال می شود.

در [17] یک تابع انرژی جدید برای الگوریتم حذف درز بر اساس تفاوت گرادیان روبه جلو برای حفظ ساختارها در تصویر استفاده شده است. در این روش تفاوت پیکسل هایی که پس از حذف درز بهینه با همدیگر همسایه می شوند، محاسبه می شود. این تفاوت هم از نظر جهت و هم از نظر مقدار گرادیان پیکسل ها مدنظر می باشد که به عنوان یک معیار کمی در این روش در نظر گرفته شده است. هدف این مقاله کمینه

Vese و نیز از یک روش تغییر یافته الگوریتم یادگیری Delta Bar Delta استفاده می کند.

در [11] یک روش گسترش دهنده الگوریتم حذف درز مطرح شده است که به عنوان الگوریتم BSC^۶ نامیده می شود. تفاوت روش BSC و حذف درز در این است که در روش حذف درز، یک درز شامل تعدادی پیکسل است، به طوری که در هر مرتبه با حذف یک درز یک واحد از طول یا عرض تصویر کاسته می شود. در حالی که در BSC هر عنصر درز، بلوکی از پیکسل ها می باشد و با حذف هر درز، به جای یک واحد، چند واحد طول یا عرض تصویر کاهش پیدا می کند. برای این منظور، ابتدا لازم است تصویر اصلی که اندازه آن $H(hn) * W(=wm)$ است به بلوک های $n * m$ تقسیم شود که در آزمایش ها این مقاله اندازه $8 * 8$ برای هر بلوک در نظر گرفته شده است. سپس میانگین انرژی هر بلوک به عنوان شاخص میزان انرژی آن بلوک در نظر گرفته شده و بر این اساس درز بهینه یافته می شود. در حالی که در اینجا هر عنصر درز بهینه به جای یک پیکسل، بلوکی از پیکسل ها می باشد که با حذف آن ها اندازه تصویر به مقدار قابل توجهی کاهش می یابد. اگرچه سرعت اجرای این الگوریتم بالا است اما می تواند سبب افت کیفیت قابل توجه پس از تغییر اندازه شود.

در بسیاری از این روش ها، الگوریتم حذف درز با سایر روش های تغییر اندازه تصویر مانند روش های تغییر مقیاس و یا برش^۷ ترکیب شده اند. به طور کلی، روش های تغییر اندازه مبتنی بر چند عملگر، نتیجه بهتری نسبت به هریک از عملگرها به تنهایی تولید می کنند، زیرا از مزایای همه این روش ها استفاده می نمایند [4، 5] اما عیب آن ها این است که نمی توانند بر مشکلات ذاتی هر یک از این روش ها مانند از دست دادن اطلاعات و یا افت کیفیت غلبه کنند. به طور کلی هیچ یک از روش های تغییر اندازه تصویر که تاکنون ارائه شده اند، نتوانسته اند روش مناسبی برای همه حالات مسئله و انواع مختلف تصاویر ارائه دهند و تنها برای انواع خاصی از تصاویر مناسب هستند [3].

روش دیگری که برای جلوگیری از تخریب تصویر پس از تغییر اندازه مطرح شده است، از الگوریتم تشخیص اشیاء در تصویر استفاده می کند، سپس عملگر شناسایی درز را محدود به نواحی می کند که هیچ یک از اشیاء تشخیص داده شده در آن نباشند [12]. برای تشخیص اشیاء و اعمال الگوریتم حذف درز به نواحی مورد نظر از الگوریتم SVM استفاده شده است که یک الگوریتم یادگیری محسوب می شود. استفاده از این روش سبب می شود تا حد ممکن ویژگی های مهم تصویر حفظ گردد و فقط نواحی کم اهمیت حذف شود.

یک دسته از روش های تغییر ابعاد تصویر مطرح شده اند که به صورت ترکیبی از الگوریتم حذف درز و سایر الگوریتم های تغییر اندازه استفاده می کنند. برای مثال می توان به یک روش ترکیبی که برای تغییر اندازه تصویر مطرح گردیده است، اشاره کنیم. در این روش، در هر مرحله از اعمال الگوریتم حذف درز، از عملگر SIFT بین تصویر اصلی و تصویر تغییر اندازه یافته استفاده می شود [13]. پس از اعمال SIFT فاصله بین

۲- روش پیشنهادی

در این بخش چگونگی عملکرد روش تغییر اندازه تصویر توضیح داده شده است. با توجه به عملکرد مناسب روش‌های مبتنی بر محتوای اطلاعاتی تصویر برای تغییر ابعاد، در این مقاله از روش تغییر ابعاد آگاه بر محتوا که بانام روش حذف درز شناخته می‌شود، به‌همراه روش مقیاس‌دهی برای تغییر اندازه تصویر استفاده شده است.

ساختار روش حذف درز به‌گونه‌ای است که در هر مرحله از الگوریتم و برای حذف یک درز در تصویر، باید کل الگوریتم از ابتدا اجرا شود، زیرا لازم است در هر مرحله، نقشه انرژی از روی تصویر به‌دست آمده از مرحله قبل، محاسبه گردد و بر اساس نقشه انرژی، حذف درز صورت گیرد. از آنجایی‌که برای تغییر ابعاد تصویر معمولاً نیاز به حذف یا اضافه کردن چندین درز در تصویر می‌باشد، این فرآیند باعث افزایش زمان اجرای الگوریتم، برای تغییر ابعاد تصاویر می‌شود [۱، ۴].

در دو الگوریتم پیشنهادی، برای کاهش مشکل زمان اجرای بالای الگوریتم حذف درز، روشی برای تغییر اندازه تصویر به‌صورت موازی بیان شده است، به‌طوری که ایده تقسیم‌بندی تصویر به چند ناحیه مورد استفاده قرار گرفته است. جهت تقسیم‌بندی تصویر اصلی به چند ناحیه، باید به این نکته توجه شود که هدف نهایی، تغییر ابعاد تصویر است، در نتیجه نیاز به روشی داریم که به محتوای اطلاعاتی تصویر در حین فرآیند تقسیم‌بندی توجه کند. Liang و همکاران در [۳]، روشی برای قطعه‌بندی یک تصویر به چند ناحیه بر اساس محتوای اطلاعاتی، ارائه داده‌اند. چگونگی روش مورد استفاده برای تقسیم‌بندی تصویر در بخش ۲-۱ توضیح داده شده است.

پس از تقسیم‌بندی تصویر به قطعه‌های مجزا، بر اساس محتوای اطلاعاتی تصویر، فرآیند کاهش ابعاد در هر یک از این نواحی به‌صورت مستقل انجام می‌گیرد تا اندازه کل تصویر برابر با ابعاد مورد نظر گردد. هدف از روش حذف درز، کاهش ابعاد تصویر به‌گونه‌ای است که در نواحی از تصویر که پیچیدگی وجود دارد کیفیت تصویر نهایی حفظ گردد، به‌عبارت دیگر تفاوت چندانی با تصویر اولیه نداشته باشد. به‌همین دلیل استفاده از یک روش دقیق برای کاهش ابعاد در قطعه‌هایی از تصویر که به نسبت سایر قطعات، پیچیدگی بیش‌تری دارند، به‌منظور حفظ محتوای اطلاعاتی تصویر مهم است. بنابراین در این قطعه‌ها از روش حذف درز به‌عنوان یک روش آگاه بر محتوای، برای تغییر ابعاد تصویر استفاده می‌شود.

هرچقدر پیچیدگی ناحیه‌ای از تصویر کم‌تر باشد، نگرانی نسبت به حذف اطلاعات مهم تصویر کم‌تر خواهد بود، زیرا ارزش پیکسل‌ها تقریباً باهم برابر هستند. از آنجاکه روش‌های تغییر ابعاد تصویر بدون در نظر گرفتن محتوای تصویر، به پیکسل‌های تصویر ارزش یکسانی می‌دهند، استفاده از آن‌ها در نواحی کم‌اهمیت مناسب به‌نظر می‌رسد. به‌همین دلیل در روش پیشنهادی، برای تغییر ابعاد قطعه‌های کم‌اهمیت تصویر از روش مقیاس‌دهی که به محتوای اطلاعاتی تصویر توجه نمی‌کند، استفاده شده است.

کردن این معیار کمی، پس از حذف درز بهینه می‌باشد که به این منظور از برنامه‌نویسی پویا استفاده می‌کند.

روش‌هایی هم در این زمینه مطرح شده‌اند که با ترکیب چند تابع انرژی مختلف، نواحی مهم و کم‌اهمیت تصویر را تفکیک می‌کنند. در [۱۸] یک روش تغییر اندازه تصویر مبتنی بر حذف درز مطرح شده است، به‌طوری‌که از چهار نقشه مختلف تصویر شامل نقشه پراکندگی^۱، نقشه گرادیان، نقشه برجستگی و نقشه تفاوت حرکت استفاده می‌کند. برای ساختن نقشه اهمیت تصویر، جمع وزن‌دار چهار نقشه بیان‌شده، مورد استفاده قرار داده می‌شود. در نهایت بر اساس نقشه اهمیت جدید تصویر، تغییر اندازه تصویر به‌روش حذف درز صورت می‌گیرد.

ایده دیگری برای بهبود الگوریتم حذف درز مطرح گردیده که با تغییر تابع انرژی سعی می‌کند اهمیت پیکسل‌های تصویر را با دقت بیش‌تری محاسبه کند، خصوصاً در مورد تصاویری که مشخصه ساختاری و بافتی^{۱۱} پیچیده‌ای دارند. در این مقاله یک مدل ساختاری و نیز یک مدل بافتی تعریف شده است و تابع انرژی بر اساس آن محاسبه می‌گردد. در مدل ساختاری از گرادیان شدت تصویر استفاده شده است، همانند آنچه در اکثر روش‌های حذف درز مطرح می‌باشد. در مدل بافتی، از رویه مدل بافتی تنک^{۱۱} استفاده می‌شود. سپس مراحل یافتن درزهای بهینه بر اساس تابع انرژی جدید انجام می‌گردد [۱۹].

الگوریتم نیمه‌خودکاری در مرجع [۲۰] مطرح شده است که با ناحیه بندی کردن تصویر و تعیین نواحی موردعلاقه، از تخریب تصویر پس از تغییر اندازه جلوگیری می‌کند و نیز سرعت روش تغییر اندازه را بالا می‌برد. برای تعیین نواحی موردعلاقه از یک کاربر کمک گرفته شده است تا تصویر را ناحیه‌بندی کند و نیز تعداد درزهایی که قرار است از هر ناحیه حذف شوند، توسط کاربر تعیین می‌شود. البته در این حالت کارایی روش تغییر اندازه به کارایی کاربر بستگی دارد. همچنین در این مقاله، محاسبه نقشه اهمیت بر اساس معیارهای برجستگی و اندازه گرادیان پیشنهاد شده است تا به‌کمک نقشه اهمیت تصویر، نواحی موردعلاقه به‌صورت خودکار تعیین گردد. پس از آن کاربر می‌تواند ناحیه‌های جدیدی را انتخاب کند یا هرکدام از نواحی انتخاب‌شده را حذف نماید. در این مقاله دو روش برای تغییر اندازه تصویر آگاه بر محتوا بر مبنای الگوریتم حذف درز و روش مقیاس‌دهی پیشنهاد شده است. در این روش‌ها ابتدا تصویر به بخش‌های بااهمیت و بدون اهمیت تقسیم‌بندی می‌شود. سپس حذف درز و مقیاس‌دهی در هر یک از این بخش‌ها و بر اساس میزان ارزش آن بخش، صورت می‌گیرد.

پس از بیان این مقدمه، در بخش دوم دو روش پیشنهادی توضیح داده می‌شود، سپس در بخش سوم نتایج شبیه‌سازی این دو روش آورده شده است. در بخش چهارم این مقاله، چالش‌های پیش روی الگوریتم پیشنهادی مطرح شده است و در نهایت در فصل پنجم نتیجه‌گیری کلی به‌همراه پیشنهادهایی به‌عنوان کارهای آینده مطرح گردیده است.

$$I_{imp} = 10\alpha I_s + (1 - \alpha)I_e \quad (1)$$

که در آن α یک مقدار ثابت در بازه $[0-1]$ دارد که بر اساس نتایج به دست آمده، مقدار $0/5$ به عنوان مقدار مناسب برای این پارامتر در نظر گرفته شده است [۳]. این مقدار نشان می‌دهد نیمی از اهمیت یک پیکسل در نقشه اهمیت، بر اساس میزان تعلق پیکسل به یک لبه است و نیم دیگر آن بر اساس نقشه برجستگی تعیین می‌گردد.

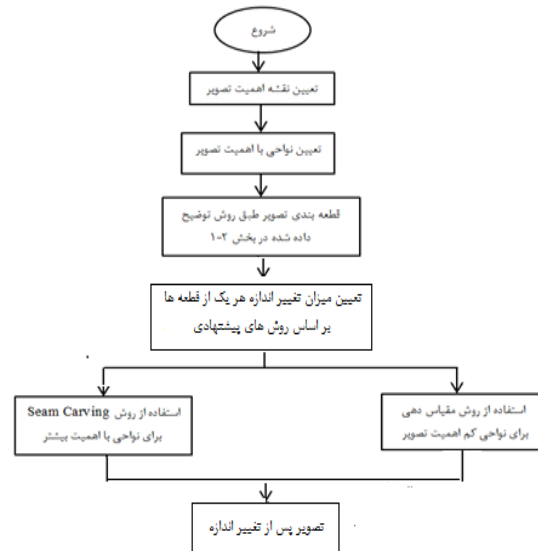
تعداد قطعات به دست آمده برای یک تصویر با توجه به محتوای آن، متغیر است، به طوری که اگر در تصویر، فقط یک شی مهم داشته باشیم، تعداد قطعات به دست آمده از ۹ قطعه بیشتر نخواهد شد. اما در مورد تصاویری که دارای چند شی مهم هستند، قطعه بندی پیچیده تر است و تعداد قطعه‌ها می‌تواند بیش تر گردد. همان طور که توضیح داده شد، روش استفاده شده در این مقاله برای تعیین نقشه انرژی تصویر که از [۳] الهام گرفته شده است، با روش استفاده شده در [۱] برای الگوریتم حذف درز که از مقدار گرادیان تصویر استفاده می‌کند، متفاوت است. در شکل ۲ نواحی اهمیت به دست آمده از یک تصویر، در شبیه سازی‌های انجام شده، قابل مشاهده است.

تصویر قطعه بندی شده مورد استفاده در روش پیشنهادی نسبت به روش مطرح شده در [۳] متفاوت می‌باشد، به طوری که در روش پیشنهادی فرض بر این است که در یک راستا از تصویر، باید به تعداد مساوی قطعه وجود داشته باشد، بنابراین در صورتی که تعداد قطعه‌های تولید شده در یک راستا، برای یک قسمت از تصویر بیش تر از سایر قسمت‌ها در همان راستا باشد، این قطعه‌ها با هم ترکیب می‌گردد. برای مثال قطعه‌های تولید شده در شکل ۳ که دارای شماره‌های یکسان هستند، باید با هم ترکیب شوند [۳].

در هر دو روش پیشنهادی، قبل از فرآیند تغییر ابعاد قطعه‌ها، ابتدا لازم است اهمیت هر یک از قطعه‌ها مشخص شود تا بر این اساس، نوع روش تغییر ابعاد مناسب برای آن قطعه، تعیین گردد. برای تعیین اهمیت هر یک از قطعه‌ها، بر اساس روش ارائه شده در [۱] مقدار گرادیان هر یک از قطعه‌های تولید شده به عنوان انرژی آن قطعه، به دست می‌آید، سپس مقدار میانگین انرژی هر قطعه محاسبه می‌گردد. در این روش از یک مقدار آستانه برای تعیین اهمیت هر قطعه استفاده شده است، به گونه‌ای که اگر مقدار میانگین انرژی قطعه i از مقدار آستانه مورد نظر، بیش تر باشد، آن قطعه یک قطعه مهم در تصویر به حساب می‌آید و چنانچه مقدار میانگین انرژی از مقدار آستانه کم تر باشد، اهمیت قطعه پایین است. در شبیه سازی‌های انجام شده، مقدار آستانه مورد نظر معادل با میانگین میانگین انرژی هر قطعه، در نظر گرفته شده است.

پس از یافتن قطعه‌های مهم و قطعه‌های کم اهمیت در تصویر، مسئله اصلی میزان تغییر اندازه هر یک از قطعه‌ها است. در واقع می‌توان گفت تفاوت اصلی دو روش پیشنهادی مطرح شده در این مقاله، در میزان تغییر ابعاد قطعه‌ها می‌باشد. منظور از میزان تغییر اندازه هر یک از قطعه‌ها، این است که تعیین کنیم در یک قطعه مهم، تعداد حذف درز و در یک قطعه کم اهمیت میزان مقیاس دهی باید چه میزان باشد. بدون از دست دادن کلیت مسئله، درباره کاهش عرض تصویر صحبت می‌کنیم.

همچنین می‌توان گفت، به کارگیری روش مقیاس دهی برای تغییر ابعاد قطعه‌های کم اهمیت تصویر، به افزایش سرعت الگوریتم تغییر ابعاد کمک می‌کند، زیرا با توجه به سرعت بالای روش مقیاس دهی برای تغییر ابعاد، نیازی به استفاده از روال کند الگوریتم حذف درز برای تعیین نقشه انرژی تصویر در هر مرحله از فرآیند حذف یا اضافه کردن پیکسل‌ها، نخواهد بود. در شکل ۱ فلوجارت الگوریتم پیشنهادی آورده شده است.



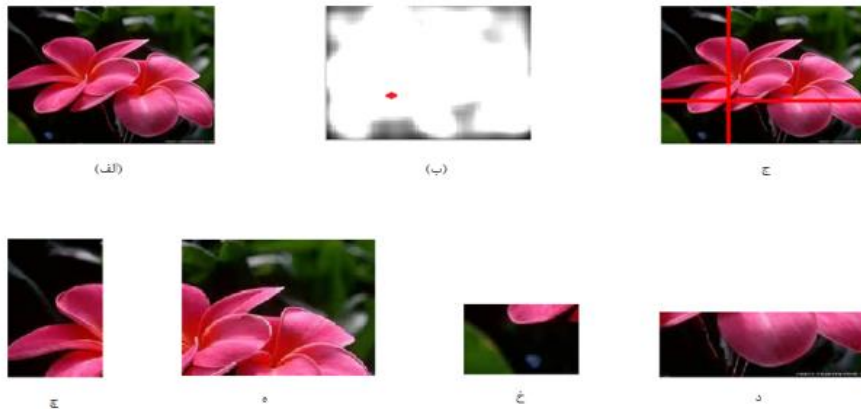
شکل ۱: فلوجارت روش‌های پیشنهادی برای تغییر ابعاد آگاه بر محتوای اطلاعاتی تصویر

در ادامه جزئیات مربوط به هر یک از بخش‌های الگوریتم پیشنهادی، به طور کامل، توضیح داده خواهد شد.

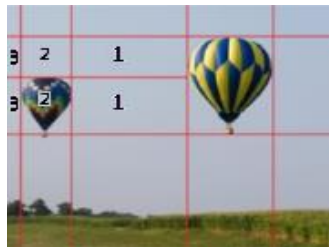
۱-۲- قطعه بندی تصویر ورودی

همان طور که اشاره شد، در هر دو روش پیشنهادی، از روش ارائه شده در [۳] برای تعیین ارزش تصویر و تولید تصویر قطعه بندی شده بر اساس اهمیت نواحی مختلف، استفاده شده است. در این روش، ابتدا ارزش هر یک از پیکسل‌های تصویر از طریق نقشه‌ای به نام نقشه اهمیت تصویر، تعیین می‌شود. در این نقشه به هر یک از پیکسل‌ها بر اساس معیارهایی مانند میزان تعلق آن پیکسل به یک لبه و میزان برجستگی^{۱۲} پیکسل، ارزشی داده می‌شود. برای یافتن لبه‌های تصویر از عملگر سوبل و برای یافتن برجستگی پیکسل از روش [۲۱] استفاده شده است. در واقع، استفاده از عملگر سوبل سبب می‌شود، پیکسل‌هایی که کانتور^{۱۳} یک شی مهم هستند، ارزش بیش تری نسبت به سایر پیکسل‌ها داشته باشند. همچنین نقشه برجستگی می‌تواند نواحی که از نظر بصری، قابل توجه هستند را شناسایی کند، در نتیجه در نقشه اهمیت، ارزش پیکسل‌های قرار گرفته در این نواحی، بیش تر می‌گردد. با ایجاد نقشه اهمیت تصویر، نواحی مهم تصویر، بر اساس نقاط مرزی، تشخیص داده شده و سپس تصویر بر اساس این نقاط مرزی به نواحی مجزا، قطعه بندی می‌گردد.

فرض کنید I_e نشان دهنده لبه‌های تصویر اولیه و I_s نشان دهنده برجستگی‌های تصویر باشد، به طوری که I_e با استفاده از عملگر سوبل و I_s از روش ارائه شده در [۲۱] به دست می‌آید، در این صورت می‌توان نقشه اهمیت تصویر را با استفاده از رابطه (۱) تعیین نمود [۳].



شکل ۲: چگونگی تولید تصویر قطعه‌بندی شده؛ (الف) تصویر اولیه را نشان می‌دهد، (ب) نشان‌دهنده نقشه اهمیت تصویر و نقطه مرزی به‌دست آمده روی آن است، (ج) تصویر قطعه‌بندی شده را نشان می‌دهد، (د-ج) قطعه‌های به‌دست آمده از تصویر اصلی را نشان می‌دهند.



شکل ۳: در روش پیشنهادی برای تولید تصویر قطعه‌بندی حاصل، نواحی دارای شماره یکسان باید باهم ترکیب شوند.

(۲) قابل محاسبه است. در نتیجه می‌توان گفت در این روش پیشنهادی، نحوه تعیین میزان تغییر اندازه برای قطعه‌های مهم با قطعه‌های کم‌اهمیت متفاوت است. برای این منظور برای قطعه‌های مهم میزان تغییر اندازه با استفاده از رابطه (۳) به‌دست می‌آید.

$$(N - N') * W_i * \frac{\mu}{e_i} \quad (3)$$

که در آن e_i میانگین انرژی قطعه i ام و μ میانگین میانگین انرژی قطعه‌ها می‌باشد. با توجه به این‌که این رابطه، برای قطعه‌های مهم استفاده می‌شود و شرط مهم بودن یک قطعه این است که انرژی آن از میانگین میانگین انرژی قطعه‌های مختلف بیشتر باشد، بنابراین مقدار $\frac{\mu}{e_i}$ همواره از یک کوچک‌تر است. در ضمن با توجه به این‌که مقدار میانگین (μ) ثابت است، هر چه انرژی یک قطعه (e_i) بیشتر باشد، مقدار $\frac{\mu}{e_i}$ کوچک‌تر خواهد شد. در نتیجه می‌توان گفت هر چه انرژی یک قطعه بیشتر باشد، میزان تغییر اندازه آن کم‌تر خواهد بود تا میزان تخریب اشیای مهم موجود در تصویر تا حد ممکن کاهش بیابد. بنابراین در این حالت علاوه بر اندازه یک قطعه، میزان اهمیت آن هم در تغییر اندازه مؤثر است و اگر میزان انرژی یک قطعه نسبت به سایر قطعات خیلی بیشتر باشد $\frac{\mu}{e_i}$ عدد کوچکی خواهد شد و بنابراین میزان تغییر اندازه این قطعه کم‌تر است. ذکر این نکته ضروری است که در روش پیشنهادی دوم، در صورتی که بیش از یک قطعه مهم در یک راستای عمودی واقع شده باشند، کمینه

روش پیشنهادی اول بر این مبنا استوار است که میزان تغییر اندازه برای کلیه قطعه‌ها، تنها بر اساس اندازه قطعه تعیین شود. فرض کنیم اندازه تصویر اولیه $M * N$ است و قرار است اندازه تصویر هدف $M' * N'$ باشد. در این صورت اگر قرار بود فقط با حذف درز، کاهش اندازه تصویر صورت می‌گرفت لازم بود به تعداد $s = N - N'$ درز از تصویر حذف می‌گردید. با در نظر گرفتن این مسئله که در روش پیشنهادی ما، تعداد قطعه‌ها در یک راستا یکسان است، می‌توان گفت میزان تغییر اندازه در قطعه‌هایی که در یک راستا قرار گرفته‌اند یکسان است و این میزان از رابطه (۲) به‌دست می‌آید.

$$(N - N') * \frac{W_i}{N} \quad (2)$$

که در آن W_i برابر با عرض قطعه i ام می‌باشد. ذکر این نکته ضروری است که پس از به‌دست آوردن میزان تغییر اندازه هر قطعه بر اساس اندازه آن، برای قطعات کم‌اهمیت از روش مقیاس‌دهی و برای قطعات مهم از روش حذف درز استفاده می‌کنیم. روش پیشنهادی دوم بر این اصل استوار است که میزان تغییر اندازه در یک قطعه مهم، علاوه بر اندازه قطعه، به میزان اهمیت آن قطعه هم، بستگی داشته باشد.

در این روش، میزان تغییر اندازه برای قطعات کم‌اهمیت به‌مانند روش پیشنهادی اول تنها به‌اندازه قطعه بستگی دارد و این میزان از رابطه

در رابطه (۷) نحوه محاسبه D_{smooth} که میزان پیوستگی بین دو تصویر را نشان می‌دهد، قابل مشاهده است.

$$D_{smooth}(I, O) = \sum_{p \in MAI} \left(\frac{1}{k} \sum_{i=1}^{W_p} \sum_{j=1}^{H_p} |p_{i,j} - q_{i,j}|^2 \right) + \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{W_p} \sum_{j=1}^{H_p} |\nabla p_{i,j} - \nabla q_{i,j}|^2 \quad (۷)$$

که MAI نشان‌دهنده مجموعه تمام نواحی ترکیبی در تصویر ورودی می‌باشد.

۳- نتایج شبیه‌سازی

در این بخش نتایج حاصل از شبیه‌سازی الگوریتم تغییر ابعاد با هر دو روش پیشنهادی بیان شده است. شبیه‌سازی‌ها با استفاده از نرم‌افزار MATLAB صورت گرفته است. به منظور تست روش‌های پیشنهادی از مجموعه RetargetMe استفاده نموده‌ایم. این مجموعه در سال ۲۰۱۰ ساخته شده [۲۲] و از آن پس، بسیاری از مقالات مطرح در حوزه تغییر اندازه تصویر از آن استفاده کرده‌اند. این مجموعه شامل هشتاد تصویر است که انواع مختلف تصاویر شامل تصاویر حاوی چهره، طبیعت، حیوانات و ... در آن وجود دارد. اندازه تصاویر موجود در این مجموعه یکسان نیست، کوچک‌ترین تصویر آن دارای ابعاد 392×300 می‌باشد، در حالی که بزرگ‌ترین تصویر آن دارای اندازه 1024×813 است.

برای این منظور کلیه تصاویر مجموعه RetargetMe را با روش حذف درز، روش بهبودیافته حذف درز [۲۳]، روش چند عملگری [۲۴]، روش Warp [۲۵] و نیز روش پیشنهادی اول و دوم تغییر اندازه داده‌ایم و نتایج را مشاهده نموده‌ایم. برای نمونه در شکل ۴ تعدادی از نتایج به‌دست آمده قابل مشاهده است.

همان‌طور که در شکل ۴ قابل مشاهده است، الگوریتم پیشنهادی دوم عملکرد بسیار خوبی دارد و نسبت به سایر الگوریتم‌های موجود و نیز نسبت به الگوریتم پیشنهادی اول بهتر عمل کرده است.

با توجه به توضیحات بیان‌شده در مورد الگوریتم حذف درز و همان‌طور که در شکل ۵-ب نشان داده شده است، چون در الگوریتم حذف درز، حذف پیکسل‌های باارزش بالا به‌صورت حریصانه انجام می‌شود، در صورتی که تعداد درزهای حذف‌شده زیاد باشد، به تدریج همبستگی بین پیکسل‌های تصویر از بین می‌رود و کیفیت تصویر کاسته می‌شود. همان‌طور که از تصاویر نشان داده‌شده در شکل ۵ نتیجه می‌شود، الگوریتم تغییر اندازه پیشنهادی دوم توانسته نتیجه نسبتاً بهتری نسبت به الگوریتم حذف درز تولید کند.

در روش پیشنهادی، با توجه به این‌که حذف پیکسل‌ها روی همه تصویر صورت نمی‌گیرد و عملیات حذف بر روی هر یک از قطعه‌ها، به‌صورت مستقل از هم انجام می‌شود، کیفیت هر یک از قطعه‌های تصویر نتیجه در الگوریتم تغییر اندازه پیشنهادی نسبت به خروجی روش حذف درز بهتر خواهد بود.

میزان تغییر اندازه به‌دست آمده بین قطعات مهم به‌عنوان میزان تغییر اندازه همه آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. همچنین در صورتی که در یک راستا هم قطعه مهم و هم قطعات کم‌اهمیت وجود داشته باشد، قطعات کم‌اهمیت باید به‌اندازه قطعه مهم قرار گرفته در همان راستا، تغییر اندازه بیابند تا پیوستگی تصویر حفظ گردد. همان‌طور که توضیح داده شد، در این روش، تغییر اندازه برای همه نواحی به‌صورت موازی انجام می‌شود و این عمل باعث بالا رفتن سرعت الگوریتم می‌گردد.

۲-۲- تعیین فاصله بین تصویر تغییر اندازه یافته و تصویر ورودی

به‌منظور تست و مقایسه دو روش پیشنهادی، از تعیین فاصله بین تصویر ورودی و تصویر پس از تغییر اندازه استفاده می‌کنیم. در [۳] روشی برای تعیین فاصله شباهت بین دو تصویر با اندازه متفاوت بیان شده است. در این روش فاصله بین دو تصویر بر اساس شباهت بین قطعه‌ها و همچنین میزان پیوستگی تصویر خروجی به‌دست می‌آید. اگر فرض کنیم I نشان‌دهنده تصویر ورودی و O نشان‌دهنده تصویر خروجی باشد، فاصله بین این دو تصویر از طریق رابطه (۴) به‌دست می‌آید.

$$D_{image}(I, O) = \beta D_{sim}(I, O) + (1 - \beta) D_{smooth}(I, O) \quad (۴)$$

که در آن D_{sim} میزان اختلاف دو طرفه اطلاعات رنگی بین دو تصویر I و O را نشان می‌دهد و D_{smooth} نشان‌دهنده اختلاف در پیوستگی دو تصویر است. همچنین پارامتر β مقدار ثابتی در بازه $[0, 1]$ می‌باشد.

اگر فرض کنیم P و Q نشان‌دهنده دو قطعه $k \times k$ پیکسلی باشند به‌طوری‌که $P = (p_{ij})$ و $Q = (q_{ij})$ فاصله بین دو قطعه P و Q از طریق رابطه ۵ به‌دست می‌آید.

$$D(P, Q) = \sum_{j=0}^{k-1} \sum_{i=0}^{k-1} |p_{i_p} + i_j + j^{-q_{i_q}} + i_j + j|^2 \quad (۵)$$

که (i_p, j_p) و (i_q, j_q) نشان‌دهنده اندیس پیکسل بالا و سمت چپ (اولین پیکسل) از قطعه‌های P و Q می‌باشند. مقدار $|p_{i,j} - q_{i,j}|$ اختلاف اطلاعات رنگی بین دو پیکسل $p_{i,j}$ و $q_{i,j}$ را نشان می‌دهد.

فاصله شباهت بین دو تصویر I و O زمانی که اندازه تصویر خروجی $m \times n$ باشد از طریق رابطه (۶) محاسبه می‌شود [۳].

$$D_{sim} = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \left\{ \lambda \frac{1}{NP_{i,j}} \sum_{Q \subset P_{i,j}} \min_{Q \subset P_{i,j}} D(P, Q) + (1 - \lambda) \frac{1}{NO_{i,j}} \sum_{Q \subset O_{i,j}} \min_{Q \subset O_{i,j}} D(Q, P) \right\} \quad (۶)$$

که در رابطه بالا $NP_{i,j}$ و $NO_{i,j}$ نشان‌دهنده تعداد قطعه‌های $k \times k$ در $P_{i,j}$ و $O_{i,j}$ است.

اختلاف پیوستگی بین دو تصویر از طریق تعیین اختلاف بین اطلاعات چگالی و گرادیان بین نواحی مرزی افقی از قطعه‌ها که به‌عنوان نواحی ترکیبی^{۱۴} شناخته می‌شوند، در بین دو تصویر ورودی و خروجی تعیین می‌شود. منظور از نواحی ترکیبی، پیکسل‌هایی هستند که پس از قطعه‌بندی در نزدیکی نواحی مرزی قرار می‌گیرند.



شکل ۴: نتایج به دست آمده؛ (الف) تصویر ورودی را نشان می‌دهد. (ب) نشان‌دهنده تصویر خروجی حاصل از الگوریتم حذف درز است، (ج) تصویر حاصل از الگوریتم بهبود یافته حذف درز می‌باشد [۲۳]، (د) نتیجه حاصل از روش چند عملگری در تغییر اندازه است [۲۴]، (ه) تغییر اندازه تصویر به روش Warp است [۲۵]، (م) تصویر خروجی حاصل از الگوریتم پیشنهادی اول است، (ن) تصویر خروجی حاصل از الگوریتم پیشنهادی دوم است.

بنابراین روش تغییر اندازه پیشنهادی علاوه بر بهبود کیفیت تصویر در هر یک از قطعه‌های تصویر، از نظر مدت زمان اجرا نیز برتری قابل توجهی نسبت به الگوریتم حذف درز دارد. ذکر این نکته قابل ذکر است که ما از زمان قطعه‌بندی صرف نظر کرده‌ایم، زیرا قطعه‌بندی فقط یک بار و در ابتدای کار انجام می‌شود و نسبت به الگوریتم یافتن درز بهینه که لازم است به ازای هر درز انجام شود، قابل صرف نظر است.

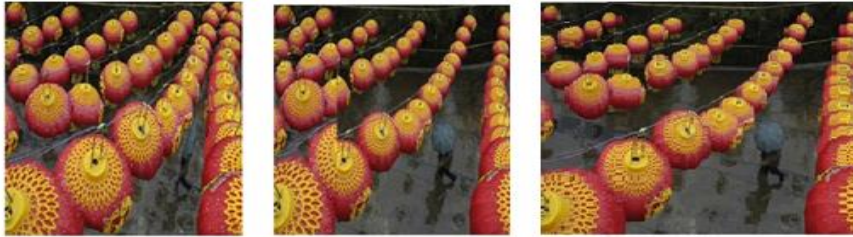
درواقع با استفاده از قطعه‌بندی و تشخیص قطعات کم‌اهمیت، اولاً در این قطعات به جای الگوریتم حذف درز از الگوریتم تغییر مقیاس استفاده می‌کنیم. از این رو استفاده از روش تغییر مقیاس، زمان محاسبه چندباره تابع انرژی برای یافتن درز را حذف کرده و به مقدار زیادی از اتلاف زمان جلوگیری می‌کند. به این ترتیب زمان قطعه‌بندی در مقایسه با زمان یافتن هر درز، ناچیز و قابل صرف نظر کردن است. ثانیاً با استفاده از قطعه‌بندی، الگوریتم حذف درز هم‌زمان و به صورت موازی در قطعات مهم می‌تواند انجام شود.

همان‌طور که در بخش ۱-۲ مطرح شد، تفاوت دو روش پیشنهادی در میزان تغییر ابعاد هر یک از قطعه‌های مهم می‌باشد. برای این منظور کلیه تصاویر مجموعه RetargetMe را با هر دو روش پیشنهادی به میزان ۷۰٪ اندازه اولیه تغییر اندازه داده‌ایم. سپس بر اساس معیار فاصله مطرح شده در بخش ۲-۲ فاصله تصویر اولیه و تصویر پس از تغییر اندازه را با هر دو روش پیشنهادی به دست آوردیم.

همچنین می‌توان گفت که الگوریتم پیشنهادی از نظر سرعت اجرا بهتر از روش حذف درز عمل می‌کند. فرض کنید پیچیدگی محاسباتی الگوریتم حذف درز برابر با T_1 و پیچیدگی محاسباتی الگوریتم مقیاس دهی برابر با T_2 باشد، همچنین فرض کنید در نتیجه قطعه‌بندی تصویر ورودی، بر اساس روش بیان شده در این مقاله، تصویر ورودی به تعداد k قطعه تقسیم بندی شود که تعداد p قطعه مهم از الگوریتم حذف درز برای تغییر اندازه استفاده می‌کنند و نیز تعداد $k-p$ قطعه باقیمانده از الگوریتم مقیاس دهی برای تغییر اندازه استفاده می‌کنند. اندازه تصویر ورودی را برابر با $M \times N$ در نظر می‌گیریم. برای سادگی بحث فرض می‌کنیم اندازه همه قطعه‌ها با هم یکسان بوده و برابر با $\frac{M \times N}{k}$ یعنی $\frac{1}{k}$ برابر اندازه تصویر ورودی می‌باشند. در این صورت پیچیدگی محاسباتی الگوریتم پیشنهادی بر اساس رابطه (۸) به دست می‌آید.

$$TimeComplexity = p \times \frac{M \times N}{k} \times T_1 + (k - p) \times \frac{M \times N}{k} \times T_2 \quad (8)$$

همان‌طور که از رابطه (۸) نتیجه می‌شود، مقدار پیچیدگی محاسباتی روش پیشنهادی نسبت به پیچیدگی الگوریتم حذف درز کاهش یافته است. به عبارت دیگر پیچیدگی محاسباتی در مورد اجرای روش حذف درز در الگوریتم پیشنهادی، برابر پیچیدگی محاسباتی الگوریتم حذف درز است. همچنین در مورد روش مقیاس دهی مورد استفاده در الگوریتم پیشنهادی، می‌توان گفت پیچیدگی محاسباتی $\frac{k-p}{k}$ برابر روش مقیاس دهی می‌باشد.



شکل ۵: مقایسه خروجی حاصل از تغییر ابعاد تصویر ورودی با استفاده از الگوریتم پیشنهادی دوم و الگوریتم حذف درز. (الف) تصویر ورودی را نشان می‌دهد. (ب) نشان‌دهنده خروجی حاصل از الگوریتم حذف درز است. (ج) خروجی حاصل از الگوریتم پیشنهادی دوم را نشان می‌دهد.

۴- چالش‌های پیش روی الگوریتم پیشنهادی

الگوریتم پیشنهادی با وجود داشتن مزیت‌هایی نسبت به روش حذف درز، مشکلاتی را نیز به همراه دارد. از آنجایی که در الگوریتم پیشنهادی تغییر ابعاد هر یک از قطعه‌های تصویر اولیه به صورت مستقل از هم انجام می‌شود، چنانچه ابعاد تصویر خروجی تفاوت زیادی با ابعاد تصویر اولیه داشته باشد، الگوریتم پیشنهادی ممکن است موجب بروز ناهمبستگی بین قطعه‌های مختلف تصویر گردد که در شکل ۶ نشان داده شده است.

نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد تغییر اندازه تصاویر به روش پیشنهادی دوم نسبت به روش پیشنهادی اول، فاصله کم‌تری بین تصویر اولیه و تصویر نتیجه ایجاد می‌کند و بنابراین می‌توان گفت روش پیشنهادی دوم عملکرد بهتری نسبت به روش پیشنهادی اول دارد. دلیل این مسئله این است که در روش پیشنهادی دوم به منظور تغییر ابعاد قطعه‌ها، علاوه بر اندازه قطعه به محتوای آن هم توجه می‌شود و این امر سبب می‌گردد میزان تخریب تصویر پس از تغییر اندازه کمتر شود.



شکل ۶: خروجی حاصل از الگوریتم پیشنهادی روی یک تصویر ورودی و نواحی ناهمبستگی ایجاد شده در تصویر ورودی (الف): تصویر ورودی (ب): خروجی الگوریتم پیشنهادی (ج): نواحی ناهمبستگی ایجاد شده

شکل ۶: خروجی حاصل از الگوریتم پیشنهادی روی یک تصویر ورودی و نواحی ناهمبستگی ایجاد شده را نشان می‌دهد؛ (الف) تصویر ورودی را نشان می‌دهد، (ب) خروجی حاصل از الگوریتم تغییر ابعاد پیشنهادی را نشان می‌دهد، (ج) نشان‌دهنده نواحی ناهمبستگی ایجاد شده در تصویر خروجی حاصل از الگوریتم پیشنهادی است.

۵- نتیجه‌گیری

از آنجایی که در یک تصویر ورودی، همه بخش‌ها جزء نواحی مهم نمی‌باشند، در روش پیشنهادی پس از تولید تصویر قطعه‌بندی شده، برای قطعه‌های با اهمیت بالاتر، از الگوریتم حذف درز و برای قطعه‌های دارای پیچیدگی کم‌تر از روش مقیاس‌دهی برای تغییر اندازه استفاده می‌شود. استفاده از روش مقیاس‌دهی برای قطعه‌هایی که اهمیت آن‌ها نسبت به سایر قطعه‌ها کم‌تر است، سبب می‌شود فرآیند تغییر اندازه با سرعت بیش‌تری انجام گیرد. دلیل سرعت بالای روش مقیاس‌دهی این است که این روش به محتوای تصویر توجه نمی‌کند. از آنجاکه می‌خواهیم در تصویر خروجی نواحی مهم حفظ شوند، برای تغییر اندازه تصویر در نواحی مهم از روش حذف درز که یک روش آگاه بر محتوای است، استفاده می‌شود.

در این مقاله روشی برای تغییر اندازه آگاه بر محتوای اطلاعاتی تصویر پیشنهاد شده است. این روش از ترکیب دو الگوریتم حذف درز و مقیاس‌دهی برای تغییر اندازه تصویر استفاده می‌کند. با توجه به سرعت پایین اجرای الگوریتم حذف درز، در الگوریتم پیشنهادی برای کاهش زمان اجرا، ابتدا تصویر ورودی به قطعاتی تقسیم‌بندی شده است. تقسیم‌بندی به گونه‌ای انجام می‌شود که بخش‌های با اهمیت و دارای پیچیدگی بیش‌تر در تصویر قابل تشخیص باشند. با تقسیم تصویر به قطعه‌های مجزا، الگوریتم تغییر اندازه را روی هر بخش به صورت جداگانه انجام می‌دهیم، به طوری که با اجرای موازی الگوریتم، سرعت اجرا تا حد قابل قبولی افزایش پیدا می‌کند.

- [9] S. Subramanian, K. Kumar, B. Mishra, A. Banerjee and D. Bhattacharya, "Fuzzy Logic Based Content Protection for Image Resizing by Seam Carving," IEEE Conference on Soft Computing in Industrial Applications, 2008.
- [10] B. Saha, T. Dasgupta and S. Bhattacharya, "An Improved Content Aware Image Resizing Algorithm based on a Novel Adaptive Seam Detection Technique," International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), 2015.
- [11] K. Mishiba and M. Ikehara, "Block-based Seam Carving," IEEE 1st International Symposium on Access Spaces (ISAS), pp. 111-115, 2011.
- [12] S. M. Hashemi and A. Broumandnia, "A New Method for Image Resizing Algorithm via Object Detection", International journal of mechatronics (IJMEC), Vol. 5, PP. 2355-2362, 2015.
- [13] S. Hue, G. Chen, H. Wei and Q. Jiang, "Similarity measure for image resizing using SIFT feature," EURASIP Journal on Image and Video Processing, 2012.
- [14] W. Dong, N. Zhou, J. C. Paul and X. Zhang, "Optimized image resizing using seam carving and scaling," ACM Transaction on Graphics, vol. 28, no. 5, pp. 1-10, 2009.
- [15] Z. K. Senturk and D. Akgun, "A performance analysis of seam carving algorithm based on energy function," 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU), 2016.
- [16] Z. Yan and Q. Wenjing, "Bi-directional Carving Based on Saliency Map via Absorbing Markov Chain," Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), 2014.
- [17] H. Noh and B. Han, "Seam Carving with Forward Gradient Difference Maps," 20th ACM international conference on Multimedia, pp. 709-712, 2012.
- [18] C. Chang and H. Lin, C. Hsieh, "Novel Stereo Image and Video Retargeting Approach", International journal of Innovative Computing, Information and Control, vol. 9, no. 4, 2013.
- [19] A. Mishra et al, "DESIRE: Discontinuous energy seam carving for image retargeting via structural and textural energy functionals," IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2015.
- [20] K. Tilagam and S. Karthikeyan, "Optimized Image Resizing using Piecewise Seam Carving," International Journal of Computer Applications, vol. 42, no. 14, pp. 24-30, 2012.
- [21] J. Harel, C. Koch and P. Perona, "Graph-based visual saliency," Advances in neural information processing systems, 2006.
- [22] M. Rubstein, D. Gutierrez, O. Sorkine and A. Shamir, "A comparative study of image retargeting," ACM Transaction Graphics, vol. 29, no. 6, 2010.
- [23] M. Rubstein, A. Shamir and S. Avidan, "Improved Seam carving for video retargeting," ACM Transaction on Graphics, vol. 27, no. 16, 2008.
- [24] M. Rubstein, A. Shamir and S. Avidan, "Multi-operator media retargeting," ACM Transaction on Graphics, vol. 28, no. 23, 2009.
- [25] L. Wolf, M. Guttman, D. Cohen-or, "Non-homogeneous content-driven video-retargeting," IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2007.

دو روش تغییر اندازه پیشنهادی پیاده‌سازی شده و روی کلیه تصاویر مجموعه RetargetMe تست شده است. با مقایسه نتایج آزمایش این الگوریتم با الگوریتم حذف درز، ارائه شده در [۱]، بهبود قابل توجهی در تصویر خروجی حاصل از الگوریتم به‌ویژه در تصاویری که دارای پیچیدگی زیادی در بخش‌های مختلفی از تصویر هستند، مشاهده شده است. همچنین با توجه به امکان اجرای موازی الگوریتم، سرعت اجرای الگوریتم پیشنهادی نسبت به الگوریتم حذف درز افزایش یافته است.

برای بهبود الگوریتم تغییر ابعاد پیشنهادی، می‌توان راه‌کارهایی را ارائه داد که در این بخش تعدادی از این روش‌ها به‌عنوان کارهای آینده بیان شده‌اند. به‌عنوان یک روش پیشنهادی می‌توان الگوریتم را به‌گونه‌ای بهبود داد که در هر مرحله از تغییر ابعاد تصویر به هم‌بستگی بین قطعه‌ها توجه شود تا در نهایت کیفیت تصویر خروجی حاصل تا حدود بیش‌تری نسبت به الگوریتم پیشنهادی بیان‌شده، حفظ گردد. همچنین پیشنهاد دیگر، استفاده از روش‌های مناسب‌تر برای قطعه‌بندی تصویر است که علاوه بر توجه به محتوی اطلاعاتی تصویر در حین فرآیند قطعه‌بندی تصویر، به عدم وابستگی پیکسل‌های مرزی قطعه‌ها نیز توجه شود تا در طول الگوریتم کاهش ابعاد تصویر، هم‌بستگی تصویر بیش‌تر حفظ گردد.

مراجع

- [1] S. Avidan and A. Shamir, "Seam Carving for Content-Aware Image Resizing," ACM Transaction on Graphics, vol. 26, no. 10, 2007.
- [2] J. Lee, D. Kim, "Fast Seam Carving Using Parallel Update and Divide and Conquer Method," IEEE Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT), pp. 107-112, 2009.
- [3] Y. Liang, Zh. Su and X. Luo, "Patchwise Scaling Method for Content-Aware Image Resizing," Signal Processing, vol. 92, pp. 1243-1257, 2012.
- [4] K. Thilagam and S. Karthikeyan, "An Analysis of Hybrid Techniques of Seam Carving," International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE), vol. 3, no. 4, 2011.
- [5] W. Dong, N. Zhou, J. C. Paul and X. Zhang, "Optimizing Image Resizing Using Seam Carving and Scaling," ACM Transaction on Graphics, vol. 28, 2009.
- [6] V. Setlur, S. Takagi, R. Raskar, M. Gleicher and B. Gooch, "Automatic Image Retargeting," 4th international conference on Mobile and ubiquitous multimedia (MUM), pp. 59-68, 2005.
- [7] M. Rubinstein, A. Shamir and S. Avidan, "Multioperator Media Retargeting," ACM Transactions on Graphics, vol. 28, no. 23, 2009.
- [8] W. Dong, N. Zhou, J. C. Paul and X. Zhang, "Optimized Image Resizing Using Seam Carving and Scaling," ACM Transactions on Graphics, vol. 28, 2009.

زیر نویس‌ها

⁸Image Euclidean distance

⁹Disparity map

¹⁰Texture

¹¹sparse texture modeling strategy

¹²Saliency

¹³Contours

¹⁴Mixed area

¹ Seam Carving

² Scaling

³ Region of interest (ROI)

⁴ Seam

⁵Greedy

⁶Block-based seam carving

⁷ Cropping