مجله رویکردهای نوین در تحقیقات علوم پایه، فنی و مهندسی
سال دوم، شماره۵، تابستان ۱۳۹۸
ISSN: ۲٦٤٥-٥٤٣٩
www.jonarbset.ir

بررسی روش حذف درز در تغییر اندازه تصاویر

محمدرضا دهقانی محمودآبادی[۱] ، سعید چهره گشا[۲] ، جلیل استاد علی اکبری [۳] ، محمدرضا ملاحسینی [۴]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، میبد، ایران
[۲] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، میبد، ایران
[۳] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، میبد، ایران
[۴] استادیار دانشگاه اردکان

چکیده

با توجه به توسعه در سیستم های اطلاع رسانی و تکنولوژی های چند رسانه ای در دهه اخیر ذخیره و نمایش داده ای ابزارهای تصویری با ابعاد و رزولوشن های متفاوت با کیفیت بالا احساس می گردد و می تواند از پایه های اساسی در این معقوله باشد. برای نمایش بهتر از تصاویر در دستگاه ها با توجه به اندازه های متفاوت تغییر سایز تصاویر احساس می شود. در این زمینه الگوریتم حذف درز به عنوان یک روش تغییر ابعاد تصاویر، کاربردهای ضروری دارد. این روش براساس سطوح انرژی، پیکسل های کم اهمیت روشی کارا با افت کیفیت کمتر را به انسان پیشنهاد می دهد تا محتوای اطلاعاتی تصویر را تا حد امکان حفظ نماید. ولی در بعضی تصاویر باعث تخریب و افت کیفیت تصویر می گردد. بنابراین برای بهبود تصاویر خروجی به دنبال رفع اشکالات موجود در تصاویر با بهبود روش حذف درز می باشیم. یکی از مسائل مهم در تصاویر تعیین میزان اهمیت قسمت های مختلف تصویر می باشد. که با استفاده از تابع آنتروپی یا تابع انرژی قابل نمایش است. در روش ذخیره شده اندازه میزان تغییر تصاویر مهم می باشد. در این مقاله با استفاده از مرور مقالات متفاوت مزایا و معایبی برای هر روش بدست آورده ایم تا بتوان مسیرهای به هم پیوسته کم اهمیت را با توجه به میزان تغییر، انتخاب و حذف نمود.

واژه‌های کلیدی: حذف درز، تصویر، انرژی، آنتروپی،کیفیت.

۱. مقدمه

برای امروزه استفاده در دستگاه‌های دیجتالی بسیار مرسوم و همه گیر شده است. که یکی از قابلیت آن‌ها نمایش تصاویر می-باشد. تغییر اندازه تصاویر برای نمایش این دستگاه‌ها دارای اهمیت زیادی می‌باشد و باید محتوای تصاویر نیز حفظ گردد. دسته‌ای از این دستگاه‌ها در مکان‌های متفاوت و برای کاربردهای مختلف به کار می‌روند. با توجه به این که افراد ممکن است برای کاربردهای مختلف در مکان‌های متفاوت از اطلاعات یکسان استفاده کنند نیاز به تبادل تصاویری با کیفیت جهت ارتباط با یکدیگر دارند.

از آن جایی که دستگاه‌ها تصاویر را با ابعاد متفاوت نمایش می‌دهند باید برای انتقال تصاویر از دستگاه مبدا به دستگاه مقصد ابعاد آن را قابل نمایش نمود. روش‌های گوناگونی جهت تغییر اندازه تصاویر وجود دارد که می‌تواند تغییر سایز، تغییر مقیاس و برش تصویر را به منظور انتقال تصویر برای خروجی بشدت تحت تاثیر قرار دهد. اما این روش‌ها راه حل‌های مناسبی برای تغییر اندازه تصاویر نمی‌باشند چون ممکن است اطلاعات اصلی تصاویر دارای کمبود و مشکل گردد. در روش‌های معمول تمامی نقاط تصویر دارای ارزش یکسانی هستند که دارای محتوای اطلاعاتی همسانی می‌باشند برای حذف یا اضافه کردن پیکسل اهمیت نقاط و مناطق در عکس وجود ندارد و ممکن است اطلاعات حیاتی به راحتی حذف گردد. با توجه به موارد ذکر شده ارزش هر پیکسل براساس مکان قرار گیری آن و این که چه اطلاعاتی از تصویر در ان قرار دارد مشخص می گردد و تغییر اندازه براساس اهمیت پیکسل‌ها صورت می‌گیرد.

روش تغییر اندازه که توسط Avidan وShamir طرح گردیده است روشی مبنی بر تغییر اندازه بر مبنای محتوای اطلاعات می‌باشد که به نام حذف درز معروف است. در این روش ارزش هر پیکسل براساس شدت انرژی محاسبه شده و میزان آن مشخص می‌گردد. پس از ارائه روش حذف درز بررسی و تحلیل با روش‌های گوناگونی در قالب مقالات مختلف برای بهینه کردن آن پیشنهاد شد[۱].

Rubiustein و همکارانش در سال ۲۰۰۸ متد حذف درز را توسعه دادند و این متد را برای حذف درز تصویر و ویدئو استفاده نمودند. مبنای فعالیت آن‌ها بر مبنای برش گراف بود و معیار انرژی رو به جلو را معرفی می‌کردند با این روش بهینه حذف کمترین مقدار انرژی را دوباره ایجاد می‌کند. این مقاله فرمول سازی کردن بهینه سازی برش گراف را انجام می‌دهد. معایب روش ذکر شده این است که با زیاد شدن تعداد درزها انرژی تصویر کم می‌شود و باعث تخریب تصویر می گردد. به همین دلیل یک روش حذف درز مبنی برتئوری فازی پیشنهاد شد که در تصویر اشیا و اشخاص شناسایی و اهمیت گذاری می‌گردد در نهایت وزن انرژی ماتریس بیشتر می‌شود. یکی از مهمترین نقاط ضعف این روش حجم بالا و حافظه زیاد آن می‌باشد. در نهایت الگوریتم نیمه خودکاری مطرح گردید که با ناحیه‌بندی کردن تصویر و تعیین نواحی مورد نظر از تخریب تصویر بعد از تغییر اندازه جلوگیری می‌کند و سرعت این روش بالا می‌رود[۲].

در سال ۲۰۱۰ Goferman و همکارانش روشی را پیشنهاد دادند که با برجسته کردن تصاویر بخش‌هایی از آن را که در مفهوم و فضا مهم بودند را نمایان می‌نمود. سایر موارد ذکر شده اهمیت روش را برای تغییر سایز تصویر و حفظ اطلاعات که باعث تخریب عکس نمی‌گردد را نشان می‌دهد[۳].

این پژوهش در بخش دوم مفهوم تصویر و تغییر اندازه در بخش سوم، الگوریتم حذف درز و شرایط درز و حذف آن و همچنین الگوریتم محاسبه انرژی توضیح داده خواهد شد. در ادامه روش پیشنهادی و نحوه ارزش گذاری پیکسل‌ها و چگونگی حذف درز با نگاشت‌های متفاوت بیان می‌گردد. در بخش چهارم روش حذف درز معمولی بر روی مجموعه‌ای از تصاویر پیاده‌سازی و نتایج آن با کارایی روش‌ها مطرح می‌شود و در بخش نهایی نتیجه گیری کلی به همراه پیشنهادهایی به عنوان کارهای آینده مطرح گردیده است.

۲. اهمیت تصویر

میزان اهمیت بخش‌های مختلف تصویر در محتوای آن بوده و کاربردهای زیادی در پردازش تصویر دارد که با استفاده از نقشه تصویر می‌توان بخش‌های مهم تصویر را مشخص نمود. اعداد نسبت داده شده به پیکسل‌های تصویر میزان اهمیت آن را در تصاویر مشخص می‌نماید و در فشرده سازی تصویر، تشخیص شی، تقسیم بندی تصویر و تمامی مسائل بینایی ماشین قابل استفاده می‌باشند[۴]. در این مقاله درصدد ارائه و مقایسه راه‌هایی جهت تغییر سایز تصاویر می‌باشیم تا با آن بتوان اهمیت تصاویر و بخش‌های مهم آن حفظ گردد. اولین مدل محاسباتی اهمیت تصویر توسط کخ و والمن ارائه گردید.

در مواردی به جای بررسی پیکسل به پیکسل تصاویر جهت اهمیت نقاط آن تصاویر را بصورت بلوک به بلوک در نظر گرفته تا سطح آستانه آن‌ها کمتر گردد و پیکسل‌های مشابه را در هر بلوک یا تفاوت آن‌ها را در نظر می‌گیریم. این روش بلوکی را تا جایی انجام می‌دهیم تا هر بلوک به تک پیکسل برسد یا به بلوکی واحد رسیده باشیم در نتیجه تفاوت پیکسل‌های یک بلوک را براساس واریانس یا اختلاف دو پیکسل با مقدار ماکزیمم یا مینیمم در بلوک در نظر می‌گیریم[۵].

بنابراین شباهت باعث بوجود آمدن بلوک‌های بزرگتر و تفاوت آن‌ها باعث بوجود آمدن بلوک‌های کوچکتر می‌گردد زیرا بخش-های مهمتر تصویر لبه‌ها و غیره می‌باشند. لذا با بلوک بندی شدن تصاویر معیارهای واریانس، انرژی و اندازه هر بلوک میزان اهمیت بلوک را می‌توان مشخص نمود[۶].

هرچه انرژی بلوک زیادتر باشد آنتروپی آن بیشتر بوده و آن بلوک دارای اهمیت بالاتری است. همچنین با محاسبه واریانس پیکسل‌های هر بلوک هرچه میزان پراکندگی پیکسل‌ها بیشتر باشد یعنی رنگ‌های متفاوت‌تری داشته و آن بلوک از درجه اهمیت بالاتری برخوردار است[۷].

بنابراین سایز بلوک و واریانس پیکسل‌ها برای تعیین اندازه اهمیت بلوک ملاک می‌باشد که به هر بلوک عددی نسبت داده می-شود و خروجی آن دارای ارزش بالاتری جهت تغییر سایز تصویر می‌باشد روش حذف درز یکی از روش‌های فشرده سازی تصویر مبتنی بر محتوا و تغییر سایز برپایه حفظ اطلاعات پایه می‌باشد [۸]که در بخش بعدی مفصل مورد بررسی قرار می گیرد.

۳. روش حذف سیم

حذف سیم به عنوان روشی کارا و پر اهمیت در تغییر ابعاد تصاویر براساس محتوا در سال ۲۰۰۷ توسط آویدان و شامیر بیان شده است. که با استفاده از محاسبه انرژی حذف پیکسل‌های کم ارزش را برای تغییر سایز تصویر ارائه می‌دهد[۱].

با توجه به روش‌های معمول تغییر اندازه که کاربر حذف قسمت‌هایی را در تصاویر انجام می‌دهد یا روش‌های هندسی دیگر در این روش براساس تابع مشخص معمولا گرادیان انرژی قسمت‌ها حذف می‌گردد و با کوچک یا بزرگ کردن تصویر بافت کلی آن حفظ می‌شود[۹].

در این روش ابتدا پیکسل‌های کم اهمیت و کم انرژی شناسایی سپس مسیر کم انرژی ترسیم و براساس آن پیکسل‌ها حذف می‌گردد و این کار تا آنجایی که بافت تصویر حفظ شود ادامه پیدا می‌کند. این سیم مسیرها را بصورت بالا به پایین(عمودی) یا چپ به راست(افقی) در نظر گرفته می‌شود. حذف سیم‌ها تصاویر را کوچکتر می‌نماید تا تصویر نهایی شود و یا به عبارتی با اضافه کردن سیم‌ها براساس حفظ بافت تصاویر بزرگتر می‌شود[۱۰].

۳-۱ محاسبه تابع انرژی

گرادیان انرژی در یک تصویر با عملگرهای سوبل محاسبه می‌شود این عملگر در حقیقت مشتق وزن‌دار در راستای افقی و عمودی از پیکسل‌ها را می‌گیرد و شاخص مناسبی جهت مشخص نمودن تغییر در تصویر می باشد[۱۱]. شکل کلی ماسک‌های سوبل بصورت ذیل می‌باشد.

۱	۰	-۱
۲	۰	-۲
۱	۰	-۱

۱	۲	۱
۰	۰	۰
-۱	-۲	-۱

شکل۱ ماسک سوبل ۲

۳-۲ شرایط سیم و چگونگی حذف درز

در ابتدای اجرای روش حذف باید نوع مسیر سیم و حذف آن براساس عمودی و افقی بودن مشخص شود و تعداد پیکسل‌ها را مساوی حذف شود برای حذف باید تابع اهمیت در کل تصویر محاسبه گردد و سپس مسیرهای کل تصویر چپ به راست (بالا به پایین) بدست آید و در نهایت در برگشت راست به چپ (پایین به بالا) مسیر با کمترین عدد مشخص و حذف شود[۱۲].

هزینه یک مسیر سیم بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$E(s) = E(I_s) = \sum_{i=1}^{n} e(I(S_i)) \qquad (۱)$$

که در آن S نماد سیم، n نشان دهنده تعداد پیکسل‌های سیم و e نشانگر انرژی یا میزان اهمیت پیکسل می‌باشد. بنابراین اهمیت یک سیم یا میزان وزن برابر با مجموع وزن پیکسل‌های ان می‌باشد.

با توجه به هزینه تعریف شده باید به دنبال سیم با هزینه حداقل از آن‌ها بود. رابطه زیر سیمی که کمترین میزان اهمیت را داشته باشد را مشخص می‌کند و باید از تصویر حذف گردد.

$$S = \arg\min\{E(S)\} = \arg\min\{\sum_{i=1}^{n} e(I(S_i))\} \qquad (۲)$$

بعد از حذف سیم باید مجددا انرژی‌های پیکسل مجاور حذف را بروز رسانی نمایند و سپس محاسبه مسیر را در کل تصویر تغییر یافته انجام دهند[۱۳].

۴. الگوریتم‌های روش حذف درز

در روش‌های ارائه شده الگوریتم حذف درز با سایر روش‌های تغییر سایز تصویر همانند روش‌های تغییر مقیاس و یا برش ترکیب گردیده‌اند. در نهایت، روش‌های تغییر اندازه مبتنی بر چند عملگر، نتیجه بهتری نسبت به هریک از عملگرها را دارند، زیرا از مزایای همه این روش‌ها استفاده می‌نمایند. عیب این روش‌ها در این است که نمی‌توانند بر مشکلات ذاتی غلبه کنند هر یک از این روش‌ها مانند از دست دادن اطلاعات و یا افت کیفیت بسیار مهم می‌باشد. به‌طور کلی روش‌های تغییر اندازه تصویر که تاکنون ارائه شده‌اند، تنها برای انواع خاصی از تصاویر مناسب هستند. بنابراین روش مناسبی برای همه حالات مسئله و انواع مختلف تصاویر نمی‌باشند[۱۴].

یک مجموعه از روش‌های تغییر ابعاد تصویر بیان شده‌اند که با ترکیب الگوریتم حذف درز و سایر الگوریتم‌های تغییر اندازه فعالیت می‌کنند. بنابراین می‌توان به یک روش ترکیبی که برای تغییر اندازه تصویر مطرح بیان شده است، اشاره نماییم. در این روش، در هر مرحله از الگوریتم حذف درز، از عملگر SIFT بین تصویر اصلی و تصویر تغییر اندازه یافته استفاده می‌گردد. پس از اعمال SIFT فاصله بین بردارهای به‌دست آمده برای دو تصویر محاسبه می‌گردد و از این روش، میزان شباهت دو تصویر نشان داده می‌شود. درصورتی‌که شباهت از یک حد آستانه کمتر باشد، امکان حذف درز وجود ندارد زیرا با اجرای مجدد

الگوریتم تخریب تصویر صورت می‌گیرد، بنابراین جهت نیاز به کاهش مجدد اندازه تصویر، از الگوریتم تغییر مقیاس استفاده می‌گردد[۱۵].

روش ترکیبی دیگر از ترکیب دو روش حذف درز و مقیاس گذاری، برای تغییر اندازه تصویر استفاده می‌گردد. در این روش یک معیار فاصله اقلیدسی تصویر بیان شده است که هدف آن مینیمم فاصله بین تصویر ورودی و تصویر نهایی پس از تغییر اندازه می‌باشد. شرایط انجام تغییر اندازه تصویر به صورت ذیل می‌باشد در ابتدا با الگوریتم حذف درز یک درز بهینه یافته شده و سپس حذف می‌گردد تا رسیدن به اندازه مطلوب از روش تغییر اندازه یکنواخت استفاده می‌شود[۱۶].

از روش فاصله اقلیدسی، مقدار تفاوت تصویر ورودی با تصویر پس از تغییر اندازه نشان داده می‌شود و تعداد درز حذف شده به همراه مقدار تفاوت تصویر اولیه و تصویر تغییر اندازه یافته، حفظ می‌گردد. در مرحله بعد درز بهینه یافته و حذف می‌شود در مابقی تغییر اندازه تصویر، به روش مقیاس‌گذاری انجام می‌شود و دوباره تفاوت تصویر اولیه و تصویر پس از تغییر اندازه، محاسبه و این کار ادامه می یابد. در حالتی که تفاوت تصویر اولیه و تصویر تغییر اندازه یافته مینیمم باشد، بهترین کیفیت تصویر را پس از تغییر اندازه داریم. در این حالت تعداد درزهای حذف شده را نشان می‌دهد که برای تصویر چه میزان تغییر اندازه به روش حذف درز بهتر است صورت بگیرد تا کیفیت تصویر حفظ گردد.

روش دیگر الگوریتم تشخیص اشیاء در تصویر می‌باشد که برای جلوگیری از تخریب تصویر پس از تغییر اندازه بیان شده است. عملگر شناسایی درز را به نواحی محدود می‌نماید که اشیاء تشخیص داده شده در آن نباشند. جهت تشخیص اشیاء و اعمال الگوریتم حذف درز به نواحی تشخیص داده شده از یک الگوریتم یادگیری SVM استفاده شده است. استفاده از این متد باعث می‌شود تا حد ویژگی‌های مهم تصویر حفظ و نواحی کم اهمیت حذف گردد[۱۷].

روش‌هایی برای بهبود الگوریتم حذف درز بیان شده است که با تغییر تابع انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و ناحیه‌های مهم تصویر را با دقت بالاتری شناسایی می‌نماید. با توجه به توابع انرژی استفاده شده در الگوریتم حذف درز مقایسه‌ای بین کارایی توابع مختلف و عملکردهای آن توابع در انواع تصاویر، انجام شده است. سپس روش‌هایی که با تغییر انرژی در بهبود الگوریتم حذف درز نقش دارند، بیان می‌گردد: یکی از ایده‌های مطرح شده استفاده از نقشه برجستگی برای یافتن نواحی مهم می‌باشد، به‌طوری‌که نقشه برجستگی روی تصویر اصلی به‌دست می‌آید و در جاهایی از تصویر که نقشه برجستگی اهمیت کمتری دارد، روش حذف درز اعمال می‌گردد[۱۸].

روش‌هایی با ترکیب چند تابع انرژی مختلف، نواحی مهم و کم اهمیت تصویرمطرح گردیده‌اند. که در یک روش تغییر اندازه تصویر مبتنی بر حذف درز بیان شده است به طوری که از چهار نقشه مختلف تصویر شامل نقشه پراکندگی ، نقشه گرادیان، نقشه برجستگی و نقشه تفاوت حرکت استفاده می‌نماید. برای ساختن نقشه اهمیت تصویر جمع وزن‌دار چهار نقشه بیان شده است. در نهایت حذف درز بر اساس نقشه اهمیت جدید تصویر برای تغییر اندازه تصویر انجام می‌شود[۱۹].

الگوریتم نیمه خودکاری جهت ناحیه بندی کردن تصویر و تعیین نواحی مورد علاقه مطرح شده است که از تخریب تصویر پس از تغییر اندازه جلوگیری می‌کند و نیز سرعت روش تغییر اندازه را بالا می‌برد. برای تعیین نواحی مورد علاقه از یک کاربر جهت ناحیه بندی کردن تصویر و نیز تعیین تعداد درزهای قابل حذف در هر ناحیه مورد استفاده قرا می‌گیرد. در این حالت کارایی روش تغییر اندازه به کارایی کاربر بستگی دارد. در این روش، محاسبه نقشه اهمیت بر اساس معیارهای برجستگی و اندازه گرادیان مطرح شده است تا بوسیله نقشه اهمیت تصویر و نواحی موردعلاقه به صورت خودکار مشخص گردد. سپس کاربر می‌تواند ناحیه‌های جدیدی را انتخاب یا هرکدام از نواحی انتخاب شده را حذف نماید[۲۰].

ایده دیگری برای بهبود الگوریتم حذف درز مطرح گردیده جهت دقت بیشتر در محاسبه و اهمیت پیکسل‌های تصویر با تابع انرژی بخصوص در تصاویری که بافت و مشخصه ساختاری پیچیده دارند. در این روش یک مدل ساختاری و نیز یک مدل بافتی تعریف می‌گردد و تابع انرژی بر اساس آن محاسبه می‌شود. در مدل ساختاری از گرادیان شدت تصویر استفاده شده است، و در مدل بافتی، از رویه مدل بافتی تنک استفاده می‌شود. در نهایت مراحل یافتن درزهای بهینه بر اساس تابع انرژی جدید انجام می‌گردد[۲۱].

۵. جمع بندی

روش حذف سیم یک فرآیند هوشمند جهت تغییر سایز تصاویر می‌باشد که براساس گرادیان ارژی برای تشخیص قسمت‌های کم اهمیت تصاویر و خذف آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در روش حذف سیم نقشه تصاویر بسیار دارای اهمیت می‌باشد. با توجه به گذر سیم از میان قسمت‌های پیوسته اشیا و کم اهمیت باعث می‌شود نقاط پر اهمیت برجسته و نمایان گردد و نتایج بهتری حاصل شود.

روشی برای تغییر اندازه آگاه بر محتوای اطلاعاتی تصویر ارائه شده است. این روش از ترکیب دو الگوریتم حذف درز و مقیاس-دهی برای تغییر اندازه تصویر استفاده می‌نماید. 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 روشی انجام می‌گیرد که قسمت-های با اهمیت و دارای پیچیدگی بیشتر در تصویر قابل تشخیص هستند. با تقسیم تصویر به بخش‌های گوناگون، الگوریتم تغییر اندازه روی هر بخش اجرا می‌گردد، که با اجرای موازی الگوریتم، سرعت اجرا تا حد قابل قبولی بهبود می‌یابد.

در یک تصویر ورودی همه نواحی مهم نمی‌باشند، 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 می‌گردد. استفاده از روش مقیاس‌دهی برای بخش‌هایی با اهمیت کمتر فرآیند تغییر اندازه با سرعت بیشتری انجام می‌گیرد. دلیل سرعت بالای روش مقیاس‌دهی توجه نکردن روش به محتوای تصویر می‌باشد. جهت حفظ نواحی مهم در تصویر خروجی برای تغییر اندازه تصویر از روش حذف درز که یک روش آگاه بر محتوی است، استفاده می‌شود.

۶. سپاسگزاری

از داوران مجله رویکردهای نوین تشکر می‌نمایم که مقاله اینجانب را برای چاپ مورد بررسی قرار داده‌اند. هم‌چنین از جناب آقای دکتر علی محمد لطیف استادیار دانشگاه یزد بدلیل زحمات بی دریغشان کمال تشکر را دارم.

۷. منابع و مراجع

۱. *GGRAPH ACM SI*aware image resizing," -S. Avidan and A. Shamir, "Seam carving for content ۲۰۰۷, ,۱۰p. ,۳no. ,۲۶vol. ,۰۷*SIGGRAPH '-Pap.* ۲۰۰۷

۲. *ACM* M. Rubinstein, A. Shamir, and S. Avidan, "Improved seam carving for video retargeting," ۲۰۰۸, ,۹–۱ACM, Los Angeles, California, pp. *.papers* ۲۰۰۸*SIGGRAPH*

۳. M. Tico, and N. Gelfand, "A survey of image retargeting ,D. Vaquero, M. Turk, K. Pulli ۱۵,p. ,۷۷۹۸vol. ,۲۰۱۰ ,*SPIE Optical Engineering + Applications* techniques," in

۴. operator image retargeting with automatic -S. Luo, J. Zhang, Q. Zhang, and X. Yuan, "Multi –۶۵۵pp. ,۹no. ,۳۰vol. ,.*Image Vis. Comput*d indirect seam carving," integration of direct an ۲۰۱۲, ,۶۶۷

۵. K. Utsugi, T. Shibahara, T. Koike, and T. Naemura, "Proportional constraint for seam carving," ۲۰۰۹, ,۱ACM, New Orleans, Louisiana, p. *.Posters :۰۹SIGGRAPH '*

۶. D. Kim, "Fast seam carving using partial update and divide and conquer method," in J. Lee and *IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology* ۲۰۰۹ ۱۱۲,–۱۰۷pp. ,۲۰۰۹ ,*(ISSPIT)*

۷. a compression perspective," :N. T. N. Anh, W. Yang, and J. Cai, "Seam carving extension ACM, Beijing, China, pp. *.th ACM international conference on Multimedia ۱۷Proceedings of the* ۲۰۰۹, ,۸۲۸–۸۲۵

۸. C. Paul, and X. Zhang, "Optimized image resizing using seam carving and -W. Dong, N. Zhou, J. ۲۰۰۹, ,۱۰–۱pp. ,۵no. ,۲۸vol. ,.*raphACM Trans. G*scaling,"

۹. aware -J. Han, K. Choi, T. Wang, S. Cheon, and S. Ko, "Wavelet based seam carving for content ,۲۰۰۹ ,*(th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP ۱۶* ۲۰۰۹ image resizing," in ۳۴۸,–۳۴۵pp.

۱۰. Wu, and X. Zhang, "A semantic aware image retargeting scheme combining seam .Y. Gong, L

Proceedings of the Second International Conference on homogeneous warping," -carving and non ۲۰۱۰, ,۵۶–۵۳ACM, Harbin, China, pp. .*Internet Multimedia Computing and Service*

۱۱. ,۱no. ,۵۲vol. ,*Commun. ACM*Shamir and S. Avidan, "Seam carving for media retargeting," .A ۲۰۰۹, ,۸۵–۷۷pp.

۱۲. *J. Vis.* aware video resizing based on salient visual cubes," -S. Luo, "Content-Y. Chen and Y.-D. ۲۰۱۱, ,۲۳۶–۲۲۶pp. ,۳no. ,۲۲vol. ,*. Commun. Image Represent*

۱۳. aware image resizing using perceptual seam carving with -Yi, "Content-Sen and C. Shao-H. Daw ,۲۰۰۸ ,*IEEE International Conference on Multimedia and Expo* ۲۰۰۸ human attention model," in ۱۰۳۲,–۱۰۲۹pp.

۱۴. ,۱۲۸–۱۲۰pp. ,۴۶vol. ,*. Comput. Des*seam carving," E. Dekkers and L. Kobbelt, "Geometry ۲۰۱۴,

۱۵. T. Yin, G. Yang, L. Li, D. Zhang, and X. Sun, "Detecting seam carving based image resizing ۲۰۱۵, ,۱۴۱–۱۳۰pp. ,۵۵vol. ,*. Comput. Secu*using local binary patterns,"

۱۶. Liu, W. Dong, and C. W. Chen, "A fast hybrid retargeting scheme .L. Wu, C. Yan, M. Jian, S ,۲۱۳–۱۹۸pp. ,۲۸۶vol. ,*Neurocomputing*with seam context and content aware strip partition," ۲۰۱۸,

۱۷. ,۳۵vol. ,*. J. Inf. Secur. Appl*Q. Shi, "An effective method to detect seam carving," -J. Ye and Y. ۲۰۱۷, ,۲۲–۱۳pp.

۱۸. ,۱۴۰vol. ,*Neurocomputing*Q. Wang and X. Li, "Shrink image by feature matrix decomposition," ۲۰۱۴, ,۱۷۱–۱۶۲pp.

۱۹. *Optik* X. Jia, X. Feng, and W. Wang, "Task driven saliency detection for image retargeting," ۲۰۱۶, ,۸۳۱۶–۸۳۰۶pp. ,۲۰no. ,۱۲۷vol. ,*. (Stuttg)*

۲۰. aware lifestyle image -based content-D. Guo, J. Tang, Y. Cui, J. Ding, and C. Zhao, "Saliency ۲۰۱۵, ,۱۹۹–۱۹۲pp. ,۲۶vol. ,*. J. Vis. Commun. Image Represent*mosaics,"

۲۱. ,۳۵۶–۳۴۸pp. ,۱۳۱vol. ,*Neurocomputing* ",Q. Wang and Y. Yuan, "High quality image resizing .۲۰۱۴