

کاهش اثر لرزش عمودی دوربین با ردیابی لبه‌های افقی برتر

سید محمد میرنژاد^۱، حسین نظام‌آبادی‌پور^۲ و احسان‌اله کبیر^۳

تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی، بخش مهندسی برق

Email: nivgrp@mailcity.com
nezam_h@yahoo.com
kabir@modares.ac.ir

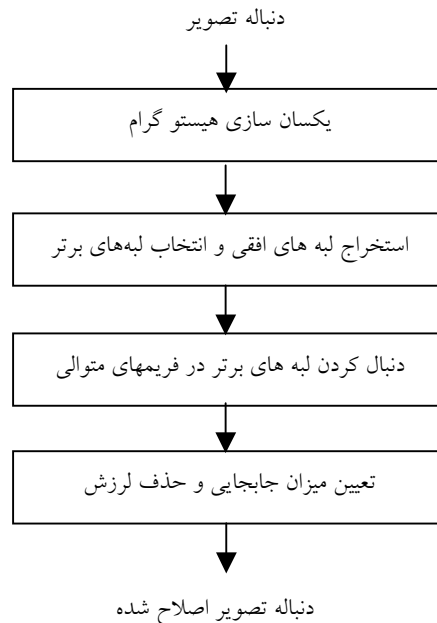
چکیده: کاهش اثر لرزش عمودی دوربین در ردیابی شناورهای دریایی موضوع این مقاله است. الگوریتم ردیابی بر اساس ردیابی لبه‌های افقی طراحی شده است. روشهای مختلفی برای انتخاب لبه‌های افقی برتر آزمایش شده‌اند. از روش بیشینه همبستگی برای انطباق این لبه‌ها در تصاویر متوالی استفاده شده است. نتایج آزمایش بر روی سه دنباله تصویر ۶۰ فریمی، موفقیت این الگوریتم را در حذف کامل لرزش‌های عمودی نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: پردازش تصویر، آشکارسازی لبه، ردیابی تصویری، لرزش دوربین، تثبیت تصویر

۱ مقدمه

پایدارسازی تصویری عبارتست از پروسه تولید یک دنباله ویدیویی جبران شده، که جابجایی تصویری ناشی از حرکت دوربین را به صورت جزئی یا کلی حذف می‌کند. از یک سیستم پایدارساز می‌توان برای کاربردهای آنالیز تصاویر متحرک، نظیر ناوبری و ردیابی اهداف متحرک استفاده کرد [۱]. سیستمهای سخت افزاری متفاوتی بر این اساس ساخته شده‌اند. این سیستمها، حرکت دوربین را بین فریمهای متوالی تخمین می‌زنند و آن را جبران می‌کنند [۲-۴]. در حالت کلی برای سیستمهای تخمین حرکت و پایدار سازی الکترونیکی تصویر دو روش کلی وجود دارد که در اکثر منابع از این دو روش به عنوان پایه استفاده می‌شود. دسته اول روشهایی هستند که بر اساس ردیابی ویژگیهای تصویر بنا شده‌اند [۵-۱۱]. در این روشها نقاط، خطوط یا گوشه‌ها در تصاویر ردیابی می‌شوند. با در نظر گرفتن منطقه کوچکی حول ویژگی مورد نظر در فریم اصلی و دنبال کردن آن منطقه در فریمهای بعدی که شباهت با منطقه اولیه دارد و اندازه گیری مقدار جابجایی آن می‌توان به جبران حرکت پرداخت. دسته دوم از روشهای شار نوری استفاده می‌کنند [۱۲-۱۶]. در این روشها، برای بدست آوردن سرعت حرکت هر پیکسل، سرعت‌های عمودی و افقی آن حساب می‌شود. این حرکت می‌تواند ناشی از حرکت ناظر، شی یا هر دو باشد [۱۲]. در این تحقیق، برای حذف بلادرنگ لرزش عمودی دنباله تصویر، از روش تثبیت بر اساس ردیابی ویژگی استفاده شده است. برای ردیابی کشتی در حال حرکت بهترین ویژگی، لبه‌های هدف است. از آنجایی که ردیابی در جهت افقی انجام می‌شود، اثرات لرزش بیشتر عمودی است و روی لبه‌های افقی ظاهر می‌شود.

بلوک دیاگرام الگوریتم پیشنهادی در شکل ۱ آمده است. در بخش دوم، پیش پردازشهای لازم ارائه می‌شود. بخش سوم به انتخاب لبه‌های برتر می‌پردازد. بخش چهارم الگوریتم حذف لرزش را بررسی می‌کند. در بخش پنجم نتایج آزمایش‌ها و جمع بندی ارائه می‌شود.



شکل ۱ دیاگرام بلوکی الگوریتم پیشنهادی

۲ پیش پردازشها

مجموعه تصاویر توسط یک دوربین CCD با درجه تفکیک 512×580 ، بزرگنمایی ۱۵ با 256 سطح خاکستری گرفته شده است. برای ایجاد این مجموعه، دوربین روی یک شناور نصب شده است و در یک روز ابری دنباله‌های تصاویر از چند شناور متحرک که در فواصل مختلفی قرار داشته اند تهیه شده اند. تصاویر در حالی گرفته شده که شناور حامل دوربین و شناورهای تصویر برداری شده متحرک بوده‌اند. شکل ۲ نمونه‌ای از این تصاویر را نشان می‌دهد.

۲-۱ یکسان سازی هیستوگرام

با توجه به شرایط نوری تهیه تصاویر و نزدیک بودن روشنایی زمینه و هدف محدوده رنج دینامیکی نور کم است. این موضوع در هیستوگرام شدت نور تصاویر نمونه مشهود است (شکل ۳) بنابراین برای بهبود تصاویر لازم است که از یکسان سازی هیستوگرام استفاده شود [۱۷].

۲-۲ آشکارسازی لبه ها

برای آشکارسازی لبه‌های هدف الگوریتم های سوبل، رابرتز، پرویت، لاپلاسین گوسین و کنی آزمایش شدند. برای دو سطحی کردن تصاویر لبه در هر فیلتر لبه یاب، تعیین میزان آستانه مناسب کاری حساس و ضروری است. مقدار آستانه تا اندازه‌ای قابل قبول است که لبه های کشتی حفظ شود. در اینجا باید تا حد ممکن لبه‌های ناشی از امواج و انعکاس سطح آب را حذف کرد تا در مراحل بعد مزاحمت ایجاد نکنند. با توجه به آزمایشهای انجام شده روی مجموعه تصاویر [۱۸]، از فیلتر لبه یاب سوبل با حد آستانه‌ای بین 0.2 تا 0.3 (در نرم افزار مطلب) نتایج بهتری حاصل شد و بنابراین برای لبه‌یابی از آن استفاده شده است.



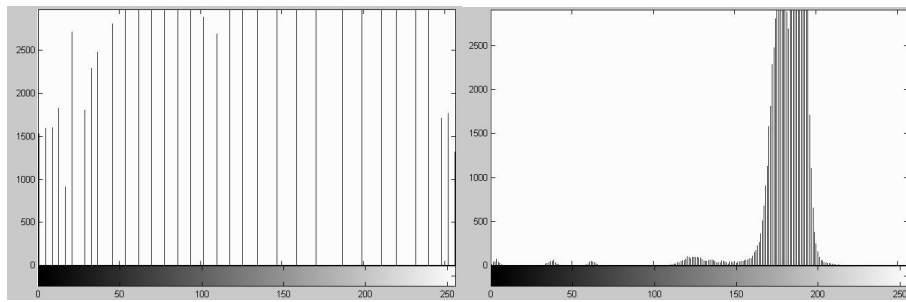
ب

الف



ج

شکل ۲ الف) نمونه‌ای از تصویر دنباله اول (ب) نمونه‌ای از تصویر دنباله دوم (ج) نمونه‌ای از تصویر دنباله سوم



ب

الف

شکل ۳ الف) هیستوگرام شدت نور تصویر شکل ۲-ج

ب) هیستوگرام شدت نور همان تصویر بعد از عمل یکسان سازی هیستوگرام

۳ انتخاب لبه های افقی برتر

پس از مرحله آشکارسازی لبه، الگوریتمی لازم است که معتبرترین لبه‌ها را برای مرحله انطباق انتخاب کند. برای این منظور از روشهای مختلفی استفاده شده است که در ادامه به تشریح آنها می‌پردازیم. در روشهای الف، ب و ت از تصویر لبه‌های افقی و در روشهای پ و ت از تصویر باینری لبه‌های افقی استفاده شده است.

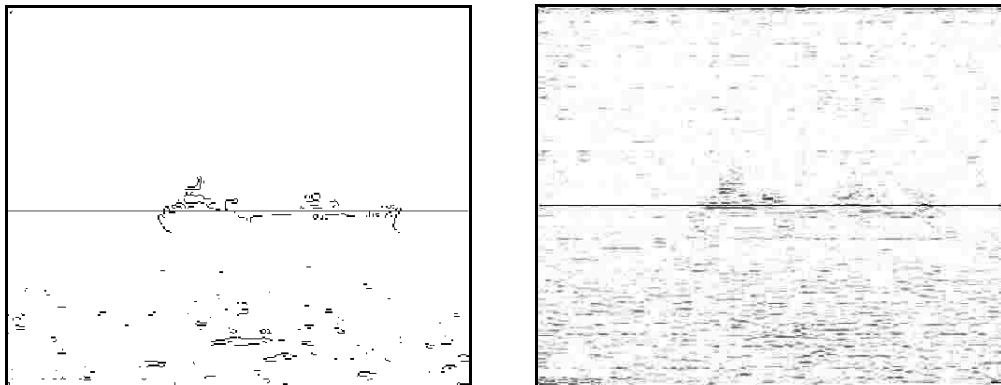
الف) ساده ترین راه برای یافتن لبه های برتراینست که مجموع شدت نور پیکسل های تصویر لبه را در هر سطر حساب کرده و در بردار هیستوگرام افقی که تعداد عناصرش برابر با تعداد سطرهای ماتریس تصویر است، ذخیره کنیم. محل بزرگترین عنصر این بردار، سطری از تصویر را نشان می دهد که لبه های افقی مهمتری در آن قرار دارند. این سطر را از این پس سطر مبنا می نامیم.

ب) در لبه های تصویر افقی، هر سطر را با یک فیلتر میانگین با عرض ۳ و ضرایب ۱/۲ برای عناصر کناری هموار می کنیم. آنگاه مانند روش الف سطر مبنا را بدست می آوریم.

پ) در این روش از تصویر باینری لبه های افقی استفاده می شود. برای تاثیر بیشتر اندازه لبه های بلند، در محاسبه این هیستوگرام توان دوم اندازه لبه ها در نظر گرفته می شود. سطر مبنا مثل روشهای قبل محاسبه می شود.

ت) با استفاده از الگوریتم آغستن، در هر سطر تصویر باینری لبه ها، فواصل خالی بین لبه ها را با در نظر گرفتن آستانه مناسبی پر کنیم. این آستانه با معدل گیری بین طول لبه های دو طرف این فاصله مشخص می شود. اگر فاصله خالی از این آستانه کمتر باشد، دو لبه کناری آنرا به هم وصل می کنیم تا لبه بلندتری بوجود آید. در نهایت سطر با بلندترین لبه، سطر مبنا می شود.

ث) حساسیت روشهای قبلی به افقی بودن لبه ها بسیار زیاد است. در این روش هر ستون تصویر لبه های افقی را با یک فیلتر میانگین با ارتفاع ۳ هموار می کنیم. سپس روش الف یا ب را روی این تصویر اجرا می کنیم. شکل ۴ نمونه ای از چگونگی بدست آوردن سطر مبنا در تصاویر لبه های افقی و تصاویر باینری لبه های افقی را نشان می دهد.

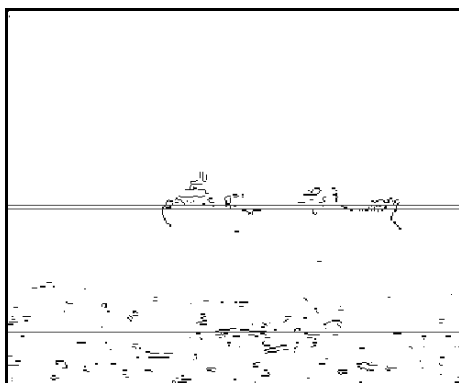


ب

الف

شکل ۴ الف) تصویر لبه های افقی مربوط به تصویر شکل ۲- الف ب) تصویر باینری لبه های افقی مربوط به همان شکل

روشهای دیگری نیز برای پیدا کردن سطر مبنا آزمایش شد [۱۸، ۱۰]. نکته مهم در این است که از هر کدام از این روشها استفاده شود، مقدار کمی خطا در پیدا کردن یک سطر مبنا یکسان در تمام تصاویر متعلق به یک دنباله تصویر، وجود دارد. هر چند که این خطا کم باشد اما هنگام تهیه یک دنباله بدون لرزش از این دنباله، موارد خطا آشکار شده و خود را نشان می دهد. پس از انجام آزمایشهای مختلف مشخص شد که سطر مبنا مورد نظر قطعا در یکی از سه سطر برتر تصویر، یعنی سطر مبنا و دو انتخاب بعدی برای سطر مبنا، اتفاق می افتد. این موضوع بدون توجه به روش انتخاب سطر مبنا برای تمام رشته تصاویر استفاده شده در این تحقیق برقرار است. شکل ۵ تصویر شکل ۲- الف را با ۳ سطر مبنا نشان می دهد.



شکل ۵ تصویر شکل ۲- الف با ۳ سطر مینا

۴ حذف لرزش

با توجه به مطالب بخش قبل، جبران لرزش عمودی به روش زیر انجام شد. سطر مینا را در فریم اول بدست می‌آوریم. در فریم دوم سه سطر مینا را پیدا می‌کنیم. سپس همبستگی بین سطر مینای فریم اول و سه سطر برتر فریم دوم را محاسبه می‌کنیم. سطری که بیشترین ضریب همبستگی را با سطر مینای تصویر اول داشته باشد انتقال یافته سطر مینا در اثر لرزش به حساب می‌آید و اختلاف موقعیت این دو، میزان لرزش را تعیین می‌کند. با انتقال فریم دوم به اندازه اختلاف دو سطر، لرزش جبران می‌شود. به همین ترتیب برای فریم‌های بعدی انجام می‌شود.

۵ نتایج آزمایش

در این مقاله، الگوریتمی برای حذف لرزش عمودی دوربین از دنباله تصاویر اهداف دریایی ارائه شد. این الگوریتم روی سه دنباله شصت فریمی آزمایش شد. لرزشهای عمودی در این سه دنباله به طور کامل حذف شدند. با توجه به کیفیت تصاویر آزمایشی (شکل ۲) می‌توان انتظار داشت که این الگوریتم برای تصاویری از این قبیل کارایی مناسبی داشته باشد. البته در صورتیکه لرزش دوربین فقط عمودی نباشد، فرض وجود ارتباط بین لبه‌های افقی غالب در فریم‌های متوالی، صادق نخواهد بود و لازم است لبه‌های غیر افقی نیز در نظر گرفته شوند.

مراجع

1. <http://www.cfar.umd/~yao/stabilization.html>.
2. <http://www.cfar.umd.edu/~carlos/stabilization.html>.
3. C.Morimoto and R.Chellapa, "Fast Electronic Digital Image Stabilization", University of Maryland.
4. [http://solar www.mtk.nao.ac.jp/en/vap.html](http://solar.www.mtk.nao.ac.jp/en/vap.html)
5. J.Denzler and W.R.Paulus, "Active Motion Detection and Object Tracking", IEEE, Int. Conference on Image Processing, vol.3, 1994.
6. D.W.Holder and W.R.Philips, "Electronic Image Stabilization", U.S.Patent, no.4, 637, 571, January 20, 1987.
7. M.Oshima, et.al., "VHS Camcorder with Electronic Image Stabilizer", IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol.35, no.4, pp.749-758, November 1989.

- 8.K.Vomori, et.al., "Automatic Image Stabilizing System by Full Digital Signal Processing", IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol.36, no.3, pp.510-519, August 1990.
- 9.J.K.Paik, Y.C.Park and D.W.Kim, "An Adaptive Motion Decision System for Digital Image Stabilizer Based on Edge Pattern Matching", IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol.38, no.3, August 1992.
- 10.A.A.Mawla, D.W.Downing and B.M.Bird, "A Technique for Correcting the Effects of Camera Shake", Icccs/ISITA, Singapore, 1992.
- 11.S.K.Ko, S.H.Lee and K.H.Lee, "Digital Image Stabilizing Algorithms Based on Bit-Plane Matching", IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol.44, no.3, August 1998.
- 12.H.Duncan and T.C.Chou, "On the Detection of Motion and the Computation of Optical Flow", IEEE Trans. on PAMI, vol.14, no.3, March 1992.
- 13.A.Siingh, "Optic Flow Computation", IEEE Consumer Society Press 1991.
- 14.J.W.Choi, M.G.Kang and K.T.Park, "An Algorithm to Extract Camera -Shaking Degree and Noise Variance in the Park-Trace Domain", IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol.44, no.3, August 1998.
- 15.B.C.Choi, J.W.Choi and M.G.Kang, "An Algorithm to Estimate the Degree of Camera Shaking and Noise Corruption", SPIE, vol.3653, January 1999.
- 16.H.T.Kim, Y.W.Ha and K.H.Kang, "Morphological Detection Algorithm of an Event on Board a Ship", Processing of ICSP, 1998.
17. R.C.Gonzales and R.E.Wood, Digital Image Processing, Addison -Wesley Publishing Company, 1993.

۱۸- س.م.میرنژاد، "اصلاح اثرات لرزش دوربین در ردیابهای تصویری"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده فنی و مهندسی، زمستان ۱۳۷۹.