

نهان نگاری تصویر با استفاده از الگوریتم توده ذرات

رضا سعادت*^۴

استادیار، دانشگاه علم و صنعت ایران

(دریافت: ۹۵/۰۷/۰۵، پذیرش: ۹۶/۰۳/۰۶)

چکیده

با رشد سریع اینترنت و فن آوری های چندرسانه ای دیجیتال در دهه اخیر، نسخه برداری و دست کاری داده ها بدون هیچ افت کیفیت و بدون رعایت حق نشر و با هزینه های بسیار اندک امکان پذیر شده است. در همین راستا هر روز نیازهای امنیتی متنوع تری مطرح می گردد. نهان نگاری داده در محصولات دیجیتال، به عنوان یک راه حل برای پیاده سازی و اثبات حق مالکیت، احراز اصالت محتوی و کنترل تعداد نسخه های چاپ شده از یک اثر را محقق ساخته است. نهان نگاری دیجیتالی یعنی قرار دادن یک سیگنال نامحسوس در بین داده های رسانه پوششی، به طوری که هیچ تغییری در داده های اصلی نداشته باشد ولی در صورت نیاز بتوان آن را استخراج کرده و به عنوان ادعا برای مالکیت اثر دیجیتالی استفاده نمود. نهان نگاری دیجیتال شامل دو بخش هست. بخش اول، مراحل قرار دادن تصویر نهان نگاری یا لوگو در داخل تصویر میزبان و بخش دوم مراحل استخراج تصویر نهان نگاری یا لوگو از تصویر نهان نگاری شده می باشد. در این مقاله، در مورد نقش الگوریتم PSO در استخراج تصویر watermark برای پیدا کردن مقدار بهینه Scaling factor بحث و بررسی شده است.

واژه های کلیدی: نهان نگاری تصاویر دیجیتالی، حوزه تبدیل، الگوریتم توده ذرات

۱- مقدمه

نهان نگاری برای پنهان کردن یا اضافه کردن داده یا فایلی در فایل دیگر، به طوری که فقط افراد آگاه با ابزار لازم بتوانند به آن دست یابند و هم چنین یکی از راه های حفاظت از داده های چندرسانه ای در برابر نشرهای غیرقانونی و توزیع غیرقانونی آنها است. تفاوت اصلی نهان نگاری با پنهان نگاری در این است که در نهان نگاری هدف اصلی حفظ محصول دیجیتال می باشد، در حالی که در پنهان نگاری، هدف اصلی، پیام پنهان شده می باشد. در این روش، یک سیگنال ثانویه یا الگو به تصویر، ویدئو و یا داده های صوتی جاسازی می شود که قابل کشف نیست و به صورت یک عضو جدایی ناپذیر به خوبی با داده های دیجیتال اصلی منطبق می باشد و در مقابل هر نوع پردازش سیگنال چندرسانه ای [۱-۲] بدون هیچ مشکلی باقی می ماند. این اطلاعات ثانویه تعبیه شده، علامت نهان نگاری دیجیتال است. علامت نهان نگاری دیجیتالی به طور کلی، یک کد شناسایی مرئی یا نامرئی است که ممکن است برخی اطلاعات مربوط به گیرنده قانونی و یا نویسنده داده های اصلی و قوانین حق نشر به شکل داده های متنی و یا تصویری در آن ذخیره شده باشد. این علامت نهان نگاری دیجیتال را می توان شناسایی و یا استخراج نمود و بعداً به عنوان یک ادعا

در مورد مالکیت حقیقی داده ها از آن استفاده کرد. فقدان یک علامت نهان نگاری در تصویری که قبلاً نهان نگاری شده بود به این معنی است که محتوای داده دیجیتالی دچار تغییر شده است [۳]. در ادامه این بخش، در بخش دوم الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات و در ادامه، روش پیشنهادی نهان نگاری در حوزه موجک در بخش سوم شرح داده می شود. در انتها در بخش چهارم با نتیجه گیری از پیاده سازی ها و نتیجه گیری نهایی در بخش پنجم، این مقاله را به پایان می رسانیم.

۲- الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات

الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات یا PSO^۱، که به نام الگوریتم پرندگان نیز شناخته می شود، یکی از الگوریتم های قدرتمند و پرتعداد برای بهینه سازی است که بیش تر به خاطر سرعت هم گرایی نسبتاً بالایی که دارد، مورد استفاده قرار می گیرد. این الگوریتم با وجود عمر کمی که دارد، اما توانسته است در حوزه های کاربردی بسیاری، از الگوریتم های قدیمی تر، مانند الگوریتم ژنتیک، پیشی بگیرد و به عنوان انتخاب اول محسوب شود.

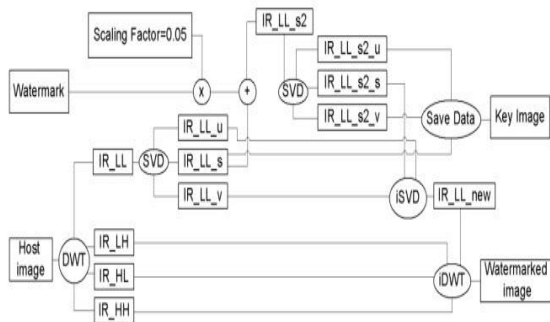
PSO یکی از روش های بهینه سازی الهام گرفته از طبیعت است که برای حل مسائل بهینه سازی عددی با فضای جستجوی بسیار بزرگ بدون نیاز به اطلاع از گرادینان تابع هدف ابداع شده

۳- روش پیشنهادی نهان نگاری در حوزه موجک

در این تحقیق، یک روش نهان نگاری غیر قابل مشاهده و مبتنی بر روش^۱ SVD چندگانه در حوزه موجک که از الگوریتم PSO جهت افزایش استحکام استفاده شده است، پیشنهاد می گردد. در الگوریتم پیشنهادی، تصویر میزبان I و تصویر نهان نگاری W و تصویر نهان نگاری شده I^w نامیده شده است و محدودیتی در اندازه تصویر میزبان و watermark وجود ندارد زیرا در هنگام قرار دادن تصویر نهان نگاری داخل تصویر میزبان، تصویر نهان نگاری تغییر اندازه داده و هم اندازه با زیرباند LL تصویر میزبان می گردد هم چنین در این روش، تصویر نهان نگاری و تصویر میزبان می تواند رنگی (RGB^۲) باشد [6,7].

۳-۱- الگوریتم جاسازی کردن تصویر نهان نگاری

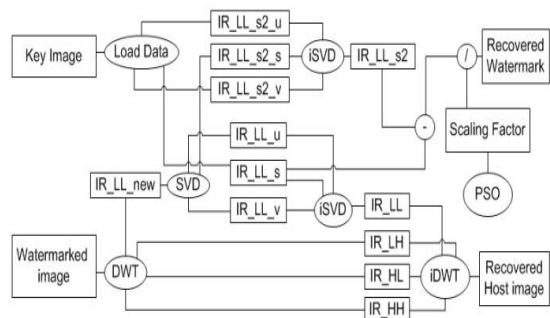
الگوریتم جاسازی کردن تصویر نهان نگاری در شکل (۱) نشان داده می شود.



شکل (۱): الگوریتم جاسازی watermark در تصویر میزبان

۳-۲- الگوریتم استخراج watermark

الگوریتم استخراج تصویر نهان نگاری در شکل (۲) نشان داده می شود.



شکل (۲): الگوریتم استخراج watermark از تصویر میزبان

فلوچارت الگوریتم پیشنهادی به همراه الگوریتم PSO جهت استخراج کردن watermark بر روی تصویر مورد حمله قرار گرفته به صورت شکل (۳) است.

است. در الگوریتم PSO از این نظر که جمعیتی از جوابها به طور تصادفی توسط الگوریتم تولید شده و با حرکت در دامنه مسئله به دنبال جواب می گردند، مشابه الگوریتم ژنتیک است. با این حال در الگوریتم PSO برخلاف الگوریتم ژنتیک به هر یک از جوابهای بالقوه مسئله بهینه ساز (ذرات) یک سرعت (Velocity) تصادفی نیز نسبت داده می شود به طوری که در هر تکرار هر ذره با توجه به مقدار سرعتش در فضای مسئله جابه جا می شود. هم چنین، برخلاف الگوریتم ژنتیک، در الگوریتم PSO باید بهترین جواب به دست آمده برای مسئله بهینه سازی (از آغاز اجرای برنامه تا آخرین تکرار) توسط هر یک از ذرات نیز ذخیره سازی شود. الگوریتم PSO نیز همانند الگوریتم ژنتیک ذاتاً برای حل مسائل بهینه سازی بدون قید در حالت پیوسته مناسب است. با این حال می توان انجام تغییراتی در نحوه تعریف تابع هدف، از آن برای حل مسائل بهینه سازی (اعم از کمینه سازی یا بیشینه سازی) در حالت تحت قید (پیوسته) نیز استفاده کرد. اساس کار الگوریتم PSO را می توان چنین توضیح داد:

ابتدا در فضای جستجوی مورد نظر تعدادی نقطه به عنوان جمعیت اولیه انتخاب می شود. نقاط بر اساس فاصله اقلیدسی در دسته های مختلف قرار می گیرند. به این ترتیب در هر دسته بهترین نقطه مشخص می گردد. از طرف دیگر با در دسترس بودن اطلاعات گذشته هر عامل، می توان بهترین نقطه ای که تاکنون توسط آن کشف شده است را مشخص کرد. به این ترتیب اطلاعات نقطه بهینه هر دسته و هر عامل مشخص می گردند. دانش اول متناظر با نقطه بهینه سراسر در هر گروه و دانش دوم متناظر با نقطه بهینه محلی است. با داشتن این اطلاعات، هر عامل در راستای بردار زیر حرکت داده می شود. این روش به وسیله ابعاد و غیر خطی بودن مسئله خیلی تحت تأثیر قرار نگرفته و نتایج خوبی در محیط های استاتیک، نویزی و محیط های به طور پیوسته در حال تغییر، به دست می آورد. این ویژگی ها به علاوه سادگی پیاده سازی، عدم الزام بر پیوستگی تابع هدف و توانایی وفق دادن به محیط پویا باعث شده که این الگوریتم در حوزه های بسیار مختلفی به کار برده شود [۴-۵].

بر این اساس، می توان نتیجه گرفت که ماهیت رفتار هدفمند ذرات در روش PSO بر اساس دو اصل استوار است که این دو اصل عبارتند از:

(۱) دانش فردی: بر این اساس، هر فرد به سمت بهترین دانش قبلی خود حرکت می کند که دانش جدیدی به دست آورد.

(۲) دانش اجتماعی: بر این اساس، فرد بر حسب نوع ارتباط خودش با جامعه از بهترین اطلاعات دیگران برای ادامه حرکت استفاده می کند.

1- singular value decomposition

2- Red Green Blue

۴- نتایج پیاده سازی

برای آزمایش طرح نهان نگاری مبتنی بر SVD چندگانه پیشنهاد شده، از یک تصویر رنگی RGB شکل (۵) با اندازه ۵۱۲×۵۱۲ پیکسل به عنوان تصویر میزبان I و یک تصویر رنگی RGB شکل (۴) با اندازه ۶۴×۶۴ پیکسل به عنوان تصویر نهان نگاری W استفاده شده است. شکل (۶) تصویر نهان نگاری شده می باشد.



شکل (۴): تصویر نهان نگاری



شکل (۵): تصویر میزبان



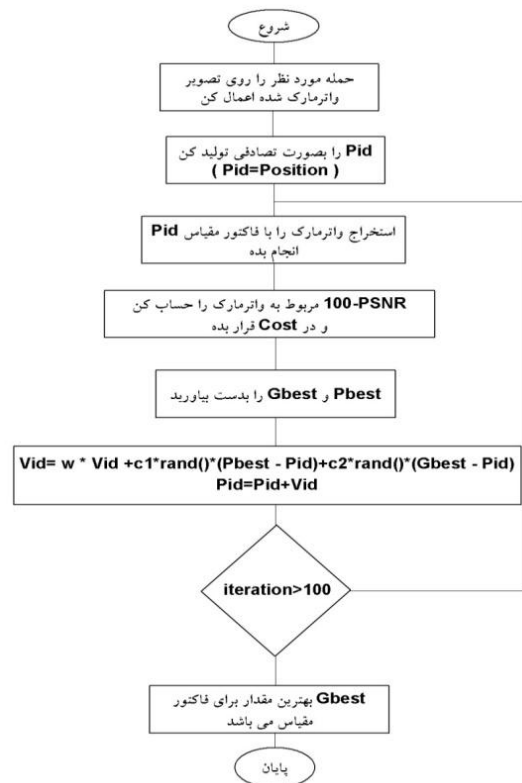
شکل (۶): تصویر نهان نگاری شده

برای بررسی کیفیت تصاویر نهان نگاری پس از فرآیند نهان نگاری و اعمال حملات بر روی آن ها، روش های متعددی وجود دارد. یکی از روش های رایج اندازه گیری، $PSNR^1$ یا اوج نسبت وزن سیگنال به نویز و MSE^2 میانگین مربع خطاها است که در آن کیفیت بصری تصویر نهان نگاری استخراج شده W' و تصویر نهان نگاری اصلی مورد بررسی قرار می گیرد. محاسبه $PSNR$ با استفاده از رابطه زیر انجام می شود:

$$MSE(W, W') = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (W(i, j) - W'(i, j))^2 \quad (1)$$

$$PSNR(W, W') = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE(W, W')} \quad (2)$$

برای تصاویر با عمق ۸ بیت، مقدار معمول برای $PSNR$ عددی بین 30 db و 50 db در واحد Decibel است. که این مقدار هر چه بیشتر تر باشد بهتر است. برای تصاویر با عمق ۱۶ بیت این مقدار بین 60 db تا 80 db است. در صورتی که تصویر watermark استخراج شده دقیقاً شبیه به هم باشند (اصلاً نویز وجود نداشته باشد) مقدار MSE برابر صفر خواهد بود پس مقدار $PSNR$ تعریف نشده است (تقسیم بر صفر) [۸].



شکل (۳): فلوچارت الگوریتم پرنندگان در الگوریتم پیشنهادی.

1- peak signal-to-noise ratio
2- Mean Square Error

watermark	تصویر مورد حمله قرار گرفته			تصویر اصلی		
	بدون استفاده از الگوریتم PSO			با استفاده از الگوریتم PSO		
	فاکتور مقیاس	PSNR	Watermark استخراج شده	فاکتور مقیاس به دست آمده	PSNR	Watermark استخراج شده
	0.05	25.1169		0.0482	25.8649	
	0.05	24.0983		0.0470	24.9449	
	0.05	25.4112		0.0499	25.4178	

جدول (۴): نقش الگوریتم PSO در روش پیشنهادی با حمله ۰/۱ Gaussian Noise

watermark	تصویر مورد حمله قرار گرفته			تصویر اصلی		
	بدون استفاده از الگوریتم PSO			با استفاده از الگوریتم PSO		
	فاکتور مقیاس	PSNR	Watermark استخراج شده	فاکتور مقیاس به دست آمده	PSNR	Watermark استخراج شده
	0.05	11.7680		0.0450	28.6918	
	0.05	13.3441		0.0440	29.4280	
	0.05	12.7552		0.0485	25.0311	

با توجه به جداول فوق و انواع مختلف حملاتی که بر روی تصاویر watermark شده اعمال شده، به این نتیجه می‌رسیم که با استفاده از الگوریتم PSO می‌توانیم بهینه‌ترین مقدار فاکتور مقیاس را پیدا کرده تا بهترین مقدار PSNR به دست بیاید.

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به جداول بخش ۴ مشاهده می‌شود که با استفاده از الگوریتم PSO می‌توانیم بهینه‌ترین مقدار فاکتور مقیاس را

در این قسمت نقش الگوریتم PSO در روش پیشنهادی را در استحکام watermark در برابر انواع حملات مورد بررسی قرار می‌دهیم. در این روش پیشنهادی، در زمان جاسازی تصویر نهان‌نگاری از فاکتور مقیاس ۰/۰۵ استفاده می‌کند ولی در زمان استخراج تصویر نهان‌نگاری، از الگوریتم PSO جهت به دست آوردن بهینه‌ترین مقدار فاکتور مقیاس کمک می‌گیرد. در جداول زیر نشان داده شده است که با استفاده از الگوریتم PSO می‌توان مقدار PSNR را افزایش داد و خروجی به نسبت بهتری را داشت.

جدول (۱): نقش الگوریتم PSO در روش پیشنهادی با حمله salt & pepper Noise ۰/۰۲

watermark	تصویر مورد حمله قرار گرفته			تصویر اصلی		
	بدون استفاده از الگوریتم PSO			با استفاده از الگوریتم PSO		
	فاکتور مقیاس	PSNR	Watermark استخراج شده	فاکتور مقیاس به دست آمده	PSNR	Watermark استخراج شده
	0.05	26.4290		0.0462	30.5122	
	0.05	26.0624		0.0450	30.5122	
	0.05	26.3084		0.0484	27.2615	

جدول (۲): نقش الگوریتم PSO در روش پیشنهادی با حمله Cropping به اندازه ۱۰۰ پیکسل از چپ.

watermark	تصویر مورد حمله قرار گرفته			تصویر اصلی		
	بدون استفاده از الگوریتم PSO			با استفاده از الگوریتم PSO		
	فاکتور مقیاس	PSNR	Watermark استخراج شده	فاکتور مقیاس به دست آمده	PSNR	Watermark استخراج شده
	0.05	19.3012		0.0482	24.3508	
	0.05	18.5847		0.0453	23.8884	
	0.05	20.5383		0.0447	24.1934	

جدول (۳): نقشه الگوریتم PSO در روش پیشنهادی با حمله Rotation 25°

پیدا کرده تا بهترین مقدار PSNR به دست بیاید. در حالت کلی، هرچه مقدار PSNR بیشتر باشد شباهت بین تصویر نهان‌نگاری شده و تصویر نهان‌نگاری استخراج شده بیشتر است. پس انتخاب یک فاکتور مقیاس مناسب، نقش به‌سزایی در استحکام watermark دارد. همچنین استحکام الگوریتم در حملات مختلف باهم فرق دارد ولی می‌توان مقدار فاکتور مقیاس را طوری انتخاب کرد که تصویر watermark شده در برابر انواع مختلف حملات بیش‌ترین استحکام را داشته باشد.

۶- مراجع

- [1] N. Mahmoodabadi, V. VahidAbdolmaleki, and M. Mekdad, "Watermarking Confidential Information By Substitutions Permutations Least Significant Bit," The Fifth National Conference of Command and Control, 1392. (In Persian)
- [2] A. Ghafoor and M. Imran, "A Non-blind Color Image Watermarking Scheme Resistent against Geometric Attacks," Radioengineering, vol. 21, no. 4, 2012.
- [3] A. A. Mohammad, A. Alhaj, and S. Shaltaf, "An improved SVD-based watermarking scheme for protecting rightful ownership. Elsevier - Signal Processing," vol. 88, pp. 2158–2180, 2008.
- [4] A. Agarwal, N. bora, and N. Arora, "Goodput Enhanced Digital Image Watermarking Scheme Based on DWT and SVD," IJAIEM, vol. 2, Issue 9, 2013.
- [5] A. K. Gupta, M. S. Raval, "A robust and secure watermarking scheme basedon singular values replacement," Sadhana, vol. 37, Part 4, pp. 425-440, 2012.
- [6] H. Biao-Bing and T. Shao-Xian, "A contrast sensitive visible watermarking scheme," IEEE Multimedia, vol. 13, no. 2, pp. 60-67, 2006.
- [7] S. Shanmugaprabha and N. Malmurugan, "A New Robust Image Watermarking Scheme Based On DWT With SVD," IJASCSE, vol. 3, Issue 4, 2014.
- [8] [HTTP://en.wikipedia.org/wiki/Peak_signal-to-noise_ratio](http://en.wikipedia.org/wiki/Peak_signal-to-noise_ratio)