روشی جدید برای واتر مارکینگ کور
تصاویر بااستفاده از تبدیل والش

مهرناز دمهری
دانشجوی کارشناسی ارشدکنترل دانشگاه شهید باهنر کرمان
m_demehri@yahoo.com

چکیده :دراین مقاله ، روشی جدید برای واتر مارکینگ کور تصاویر سطح خاکستری ارائه می گردد. در روش پیشنهادی، ابتدا تصویر میزبان به بلوکهای 4×4 ناپوشا تقسیم می شود.پس از محاسبه تبدیل والش این بلوک ها، برای هر بلوک، 5 مولفه اول AC آن با استفاده از ضرایب DC بلوکهای مجاور تخمین زده می شود. درج واترمارک با افزودن ضریبی به مقدار تخمینی، انجام می شود.از آنجاییکه افزودن واتر مارک ضرایب DC را تغییر نمی دهد، استخراج واترمارک با محاسبه تخمینی مجدد ضرایب AC و مقایسه آن با مقدار عملی آن درتصویر واترمارک شده امکان پذیر می باشد.

الگوریتم پیشنهادی روی تعدادی تصویر اعمال و مقاومت آن در مقابل پردازش های متعارف تصویر بررسی گردید. نتایج حاصله موثر و مقاوم بودن روش پیشنهادی را تایید می کنند.

***کلمات کلیدی**: واترمارکینگ دیجیتال، واترمارکینگ کور، پنهان نگاری اطلاعات.*

1-مقدمه

گسترش استفاده از شبکه های کامپیوتری و اینترنت، دسترسی به اطلاعات دیجیتال و کپی برداری از آنها را به آسانی امکانپذیر نموده است . بنابراین مسئله حفاظت از داده ها در مقابل کپی برداری و جعل از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین دلیل باید از راهکارهایی برای کنترل کپی کردن استفاده نمود.

یکی از این راهکارها ، استفاده از تکنیک واترمارکینگ می باشد.

واترمارکینگ به معنای پنهان کردن داده در تصاویر است ، به نحوی که با چشم قابل تشخیص نباشد و فقط افراد مجاز قادر به استخراج این داده ها باشند . در ضمن سیگنال واترمارک در اثر پردازشهای معمول برروی تصویر از بین نرود. واترمارکینگ کاربردهای گوناگونی دارد که مهمترین کاربرد آن حفظ حق کپی رایت است . از کاربردهای دیگر آن می توان به ردیابی شخص خائن اشاره کرد[1].

در واترمارکینگ ، باید پارامترهایی همچون شفافیت ، مقاومت و ظرفیت در نظر گرفته شود که در این میان ، شفافیت ، نقش اصلی را ایفا می کند.

برای حفظ شفافیت می بایست پس از درج واترمارک ، نتوان تصویر واترمارک شده را ازروی تصویر اصلی تشخیص داد. برای مقاوم بودن نیز باید دامنه داده هایی که وارد می شود بزرگ باشد و این موضوع باعث محسوس شدن واترمارک می شود. با توجه به رابطه معکوس بین پایداری و نامحسوس بودن ، باید تعادلی را میان این دو در نظر گرفت .

منظور از مقاوم بودن این است که سیگنال واتر مارکی که صحت داده میزبان را اثبات می کند در برابر تکنیکهای پردازش تصویر از قبیل فشرده سازی ، فیلترینگ، چرخش، تغییر شدت روشنایی وبرش و... مقاوم باشد. می توان مقدار محدودی اطلاعات را در یک تصویر پنهان کرد ، اندازه این مقدار بستگی به نوع و روش واترمارکینگ دارد و نشان دهنده ظرفیت است . مقدار اطلاعات باید به اندازه ای باشد که اولا از کیفیت تصویر نکاهد و ثانیا در مقابل یک سری فرایندهای پردازش تصویر دوام داشته باشد .بنابراین بین ظرفیت و مقاومت رابطه عکس برقرار است ، بدین ترتیب که هرچه ظرفیت بالاتر برود از مقاومت کاسته می شود .

در ادامه ، روشهای مختلف واترمارکینگ مورد بررسی قرار می گیرد.

این روشها برحسب مورد آن بصورت های زیر تقسیم بندی می شوند[2]:

- انجام عمل در حوزه فرکانس یا حوزه مکان
- استخراج واترمارک به کمک عکس اصلی و یا بدون کمک آن
- نوع واتر مارک (logo ، رشته شبه نویز و یا دیگر انواع اطلاعات)
- حوزه کاربرد (یک بلوک مشخص ، همه تصویر یا ناحیه موردنظر)

در روشهای حوزه مکان ، پنهان سازی اطلاعات صرفا توسط تغییر شدت روشنایی نقاط تصویر انجام می شود . این روشها الگوریتم ساده ای دارند. یکی از معروفترین روشهای حوزه مکان ، روش LSB است که در آن اطلاعات برروی بیتهای کم ارزش درج می شوند[3] .مهمترین خصوصیت این روش شفافیت آن است ولی مقاومت آن در برابر تکنیکهای پردازش تصویر کم است .

در تکنیکهای حوزه فرکانس ، پیامها در مکانهایی از سیگنال درج می شوند که ارزش بیشتری داشته باشد ، پس این روشها در برابر پردازش تصویر مقاومتر هستند . در این روشها ابتدا توسط یک تابع تبدیل مناسب ، تصویر میزبان از حوزه مکان به حوزه تبدیل برده می شود و در آنجا اطلاعات به تصویر اضافه می شود و سپس تصویر به حوزه مکان برگرداننده می شود . افزودن داده ها به تبدیل یافته تصویر، اغلب شبیه افزودن داده ها در حوزه مکان است ، با این تفاوت که در حوزه تبدیل ، مولفه های آن تبدیل خاص تغییر می کند نه شدت روشنایی نقاط.

این روشها به الگوریتم پیچیده و محاسبات بیشتری نسبت به حوزه مکان نیاز دارند و معمولا ازتبدیلهای DCT وDFT [4] استفاده می شود . در بعضی مقالات نیز از تبدیل هادامارد [5و6] و تبدیل DWT [7] استفاده شده است. در این مقاله از تبدیل والش استفاده شده که در بخش بعد مورد بررسی قرار می گیرد .

در این محدوده راهکار آقای Wang [8] به صورت زیراست:

اگر میزبان به صورت تصویر رنگی مدل RGB باشد اول آن تصویر به مدل YUV برده می شود و بعد لومینانس Yبه بلوکهای 8×8 ناپوشا تقسیم می شود و تبدیل DCTبلوکها محاسبه می گردد .

حال9تا بلوک مجاور انتخاب شده و5 مولفه اولAC بلوک مرکزی آن با استفاده از ضرایب DCبلوکهای مجاور تخمین زده می شود(با استفاده از روش Gonzales [9]) .

سپس AC تخمینی جایگزین AC اصلی شده،برای اعمال این جانشینی چنانچه مقدار ورودی 1+ بود با مقدارΔ+واگر 0 بود با مقدارΔ−جمع می گردد . در زمان استخراج واترمارک AC با 'AC تخمینی مقایسه شده اگر 'AC>AC بود بیت داخل شده 1و در غیر اینصورت بیت مقدار0 را داراخواهد بود.

روش بکار رفته در این مقاله ظرفیت واتر مارک نسبت به راهکار Wangبیشتر است .

واترمارکی که می خواهد داخل عکس قرار داده شود می تواند به صورت logo یا رشته شبه نویز باشد که می توان آن را در قسمتی از تصویر یا کل تصویر قرار داد که در اینجا یک رشته باینری و در تمام تصویر قرار داده شده است .

درضمن امکان استفاده از قسمتی از تصویر در حوزه زمان و قسمت دیگر در حوزه فرکانس نیز وجود دارد که این راهکار ، به افزایش امنیت وظرفیت ، کمک خواهد کرد [10] .

همچنین می توان سیگنال واترمارک را به قسمتهای مختلفی تقسیم کرد و هر قسمت را با ترتیب مشخصی در تصویر اصلی درج کرد[11] .

در فرایند استخراج ، بر اساس نیاز به تصویر اصلی یا داده پنهان شده چند روش وجود دارد که می توان آنها را به 4 دسته تقسیم کرد:

1) روشهایی که گیرنده به تصویر اصلی و داده پنهان شده نیاز دارد . در این روشها که معمولا برای اثبات مالکیت تصویر به کار میروند ، فقط هدف اثبات وجود یک داده پنهان شده خاص در تصویر است.
2) روشهایی که در گیرنده نیازی به تصویر اصلی نیست ولی داده پنهان شده مورد نیاز است . این روشها معمولا برای اثبات مالکیت یا اثبات صحت مدارک استفاده می شوند .
3) روشهایی که به تصویر اصلی نیاز دارند ولی داده پنهان شده نیاز نیست .
4) روشهایی که به تصویر اصلی و داده پنهان شده نیاز ندارند و به روشهای کورمعروفند . روش بکار رفته دراین مقاله ، ازاین دسته است .

در ادامه ، در بخش بعد تبدیل والش توضیح داده شده است . در بخش 3 به شرح الگوریتم پیشنهادی اختصاص یافته است . بخش 4 به بیان نتایج آزمایشات می پردازد و در نهایت ، بخش 5 ، نتیجه گیری کلی را بیان می کند.

2.تبدیل والش

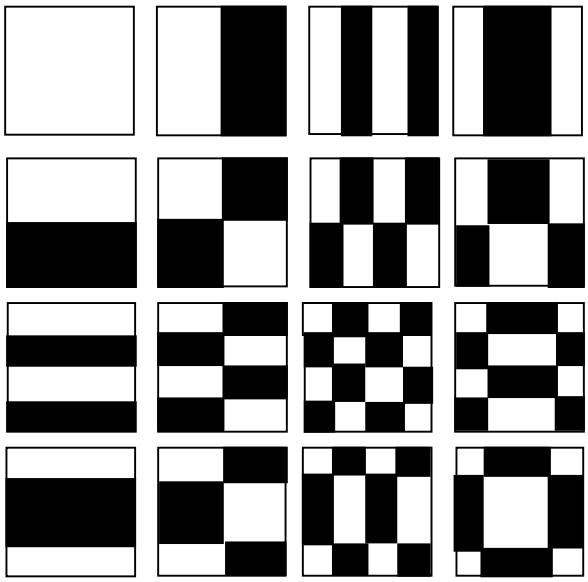
برای یک تصویر دو بعدیN× N که در آن N=2 است ،تبدیل والش وعکس آن به صورت زیر تعریف می شود :

$$W(u,v)= \frac{1}{N}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\prod_{i=0}^{n-1}(-1)^{[b_i(x)b_{n-1-i}(u)+b_i(y)b_{n-1-i}(v)]} \quad (1)$$

$$f(x,y)= \frac{1}{N}\sum_{u=0}^{N-1}\sum_{v=0}^{N-1} W(u,v)\prod_{i=0}^{n-1}(-1)^{[b_i(x)b_{n-1-i}(u)+b_i(y)b_{n-1-i}(v)]} \quad (2)$$

این ترکیب به صورت توابع خطی متعامد و پایه والش توصیف می گردد . شکل 1توابع پایه (پنجره هـا) را بـرای N=4 نشان می دهد و این پنجره ها به عنوان مجموعه ای از توابع پایه بکار میروند که تا وقتی ابعاد تصویر ثابت باشد تغییری نمی کند .

در شکل 1 ، سفید بیانگر مقدار 1 و سیاه بیانگر مقدار 1- است وخانه (0و0)مقدار DC را نشان می دهد . ردیف اول تغییرات در جهت x و ستون اول تغییرات در جهت y رامشخص می کند [12] .



شکل1.توابع پایه والش برای N=4.

در ضمن از خصوصیا ت توابع والش این است که تبدیل مستقیم و معکوس یکسانی دارند و تبدیل والش حقیقی است ، بنابراین برای یک مساله یکسان نسبت به تبدیل فوریه که در حالت کلی مختلط است ، به حافظه رایانه ای کمتری نیاز دارد .

3.معرفی الگوریتم پیشنهادی

در این الگوریتم، تصویر میزبان به بلوکهای 4×4 ناپوشا تقسیم می شود و سپس تبدیل والش هر بلوک محاسبه می شود .

3-1-درج واترمارک

درج اطلاعات در دوقسمت صورت می گیرد که در اولین بخش پس از محاسبه تبدیل والش هر بلوک ، 5 مولفه اول AC آن با استفاده از ضرایب DCبلوکهای مجاور به روش Gonzales تخمین زده می شود.

Block1 DC_1	Block2 DC_2	Block3 DC_3
Block4 DC_4	Block5 DC_5	Block6 DC_6
Block7 DC_7	Block8 DC_8	Block9 DC_9

شکل2.بلوک مرکزی و بلوکهای مجاور آن

برای این کار از معادلات زیر استفاده می شود [9]:

(3)

$$AC'(0,1) = 1.13884 \times (DC_4 - DC_6)/8;$$
$$AC'(1,0) = 1.13884 \times (DC_2 - DC_8)/8;$$
$$AC'(0,2) = 0.27881 \times (DC_4 + DC_6 - 2DC_5)/8;$$
$$AC'(2,0) = 0.27881 \times (DC_2 + DC_8 - 2DC_5)/8;$$
$$AC'(1,1) = 0.16213 \times (DC_1 + DC_9 - DC_3 - DC_7)/8.$$

در بخش دوم ، درج واترمارک به صورت زیر به مقدار تخمینی ، انجام می شود :

$AC_i \longleftarrow AC'_i + \Delta$ اگر بیت واترمارک 1 باشد

$AC_i \longleftarrow AC'_i + \Delta$ اگر بیت واترمارک 0 باشد (4)

در این فرمول Δ یک ثابت است . اگر Δ مقدار کمی داشته باشد تصویر واترمارک شده در مقابل حملات ضعیف است. همچنین انتخاب Δ بزرگ از کیفیت تصویر خواهد کاست . در این مقاله Δ ، برابر 0/2انتخاب شده است .

3-2-استخراج واترمارک

برای استخراج واترمارک می توان به راحتی از روی اختلاف بین AC_i ومقدار تخمینی آن نتیجه گرفت که بیت واترمارک0 یا 1 است . در این روش به عکس اصلی نیازی نیست .

لازم به ذکر است که چون واترمارک در ضرایب AC درج می شود روی ضرایب DC تغییری ایجاد نمی کند .

اگر اختلاف ضریب AC با مقدار تخمینی آن زیاد باشد اضافه کردن واترمارک کیفیت تصویر را تحت الشعاع قرار می دهد . لذا یک حد آستانه ای برای این مقدار انتخاب می گردد . از طرف دیگر این حد آستانه روی کیفیت تصویر و ظرفیت واترمارک اثر می گذارد .

مقدار ظرفیت واترمارک به نحوه ترکیب بلوکها وابسته است و بیشترین مقدار آن برای یک تصویر $M \times N$ از فرمول (5) محاسبه می شود.:

$$\frac{(M-8)\times(N-8)}{16} \times 5 \times 8 \; bits \qquad (5)$$

4.نتایج آزمایشات

در آزمایشات از سه تصویر Lena و villageو mandrill با ابعاد 512×512 بعنوان تصویرهای اصلی استفاده شده است . این تصاویر در شکل 3 و تصاویرواترمارک شده در شکل 4 قابل مشاهده هستند .

الگوریتم پیشنهادی روی تعدادی تصویر اعمال و مقاومت آن در مقابل پردازش های متعارف تصویر از جمله موارد زیر بررسی گردید . نتایج حاصله موثر و مقاوم بودن روش پیشنهادی را تایید می کنند :

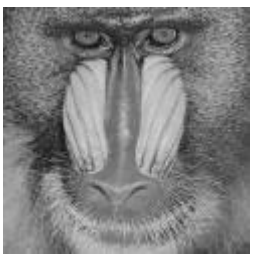
- فشرده سازی jpeg
- اضافه کردن نویز فلفل نمکی
- اضافه کردن نویز گوسی
- هموارسازی هیستوگرام
- استفاده از فیلتر میانه 3×3

نتایج استخراج در شکل 5 تا 7 نشان داده شده است و همانطور که مشهود است درصد خطای بیت استخراج شده برای سه تصویر مقدار کمی است . خطای استخراج داده در اثر اصلاحات هیستوگرام برای سه تصویر Lena و village و mandrill به ترتیب 4/347و 4/830 و 5/033 درصدمی‌باشد .

خطای استخراج داده در اثر استفاده از فیلتر میانگین برای سه تصویر Lena و village و mandrill به ترتیب 4/861و 4/915 و5/045 درصدمی‌باشد .

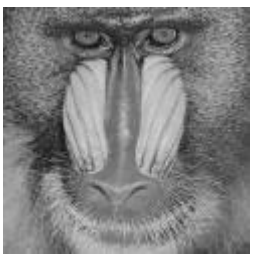
الف-تصویر village

ب- تصویر Lena

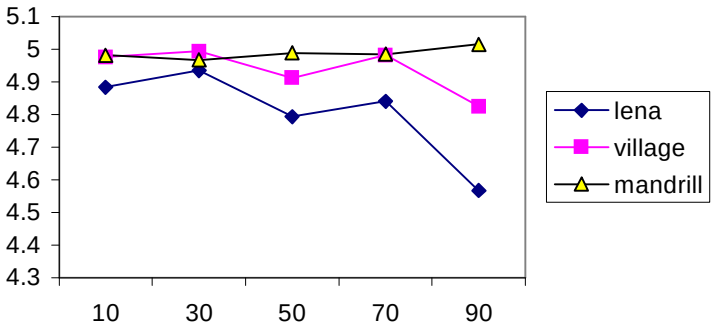


ج- تصویر mandrill

شکل3: تصاویرمیزبان

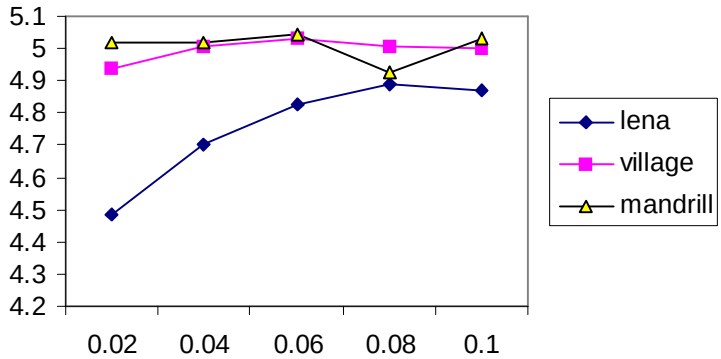


شکل4:تصاویر واترمارک شده



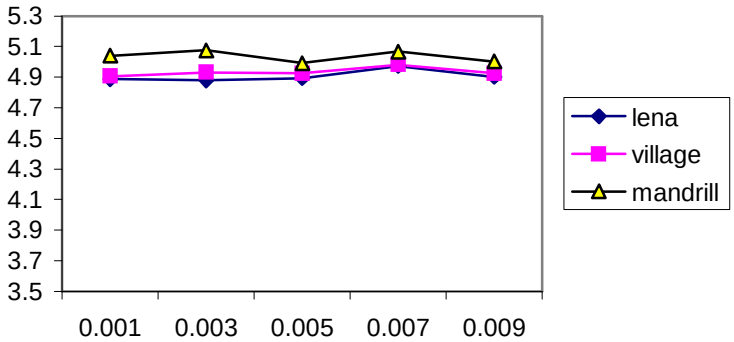
شکل 5 .نمودار تغییرات خطای بیت استخراج شده

بر حسب درصدفشردگی jpeg



شکل 6 .نمودار تغییرات خطای استخراج شده

برحسب مقادیر مختلف چگالی نویز فلفل نمکی



شکل 7 .نمودار تغییرات خطای استخراج شده

برحسب مقادیر مختلف واریانس نویز گوسی

5.نتیجه گیری:

در این مقاله ، روش جدیدی برای واترمارکینگ کور تصاویر پیشنهاد شد. در روش پیشنهادی ، ابتدا تصویر میزبان به بلوکهای 4×4 ناپوشا تقسیم می شود . پس از محاسبه تبدیل والش هر بلوک ، 5 مولفه اول AC آن با استفاده از ضرایب DC بلوکهای مجاور تخمین زده می شود . درج واترمارک با افزودن ضریبی به مقدار تخمینی ، انجام می شود . از آنجاییکه افزودن واترمارک ضرایب DC را تغییر نمی دهد ، استخراج واترمارک با محاسبه مجدد تخمینی از ضرایب AC و مقایسه آن با مقدار واقعی آن درتصویر واترمارک شده امکان پذیر می باشد . ین روش پیشنهادی نسبت به روش آقای وانگ دارای ظرفیت بیشتری است (بیشترین ظرفیت 635040بیت برای تصویر 512×512 در مقابل 2205 بیت با روش وانگ)مزیت اساسی الگوریتم پیشنهادی ظرفیت بالا و مقاوم بودن آن است . الگوریتم پیشنهادی روی تعدادی تصویر اعمال و مقاومت آن در مقابل پردازش های متعارف تصویر بررسی گردید . نتایج حاصله موثر و مقاوم بودن روش پیشنهادی را تایید می کنند .

6.مراجع

[1] Fiat, A., Tassa, T., 2001." Dynamic traitor tracing. Cryptology "J. 14, 211–223.

[2] V. Fotopoulos and A. N. Skodras "Improved watermark detection based on similarity diagrams " *Signal Processing: Image Communication, Vol.17, Issue 4, PP.337-345, April 2002*

[3]y*eh, C.H.; Kuo, C.J".* Digital watermarking through quasim-arrays" Signal Processing Systems, 1999. SiPS 99. 1999 IEEE Workshop on pp456-461,1999

[4] *Qiang Cheng; Huang, T.S.* "A DCT-domain blind watermarking system using optimum detection on Laplacian model" Image Processing, 2000. Proceedings. 2000 International Conference on, Vol.1, pp.454-457,2000

[5] *Ding-Yun Chen; Chun-Hsiang Huang; Ja-Ling Wu; Ming Ouhyoung* " A shift-resisting blind watermark system for panoramicimages" Consumer Electronics, 2000. ICCE. 2000 Digest of Technical Papers. International Conference on ,pp.8-9,2000

[6] *Falkowski, B.J.; Lip-San Lim* "Image watermarking using Hadamard transforms" Electronics Letters ,Vol.363,pp.211-213, 2000

[7] Zhao Dawei , Chen Guanrong and Liu Wenbo" A chaos-based robust wavelet-domain watermarkingalgorithm " *Chaos, Solitons & Fractals, Volume 22, Issue 1, October 2004, Pages47-54*

[8]Yulin Wang and Alan Pearmain "Blind image data hiding based on self reference " *Pattern Recognition Letters, Vol. 25, Issue 15, November 2004, PP. 1681-1689*

[9]Gonzales,C.A.,Allman,L.,Mccarthy,T.,Wendt,P.,"DCT Coding for Motion Video Storage UsingAdaptive Arithmetic Coding ",Signal Processing:Image Communication,NO.2,1990.

[10]Frank Y. Shih and Scott Y. T. Wu "Combinational image watermarking in the spatiaandfrequencydomains "p*attern recognition, Vol.36, Issue4, PP. 969-975 April 2003,*

[11]Chin-Chen Chang and Jun-Chou Chuang" An image intellectual property protection scheme for gray- levelimageusingvisualsecretsharingstrategy " *Pattern Recognition Letters, Vol. 23, Issue 8, June 2002, PP. 931-941*

[12] پردازش تصویر رقمی / تا لیف رافائل سی گونزالس، ریچارد ای ،وودز. ترجمه مرتضی خادمی ،داود جعفری.- مشهد:دانشگاه فردوسی مشهد،1382