وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
مؤسسه آموزش عالی غیردولتی-غیرانتفاعی سجاد

پروژه کارشناسی ارشد گرایش برق مخابرات

بهینه‌سازی تکاملی الگوریتم واترمارکینگ بر مبنای SVD و DWT_SVD

زهرا کاظمی

استاد راهنما:

دکتر وحید اسدپور

بسم الله الرحمن الرحيم

پدر بزرگوارم، که با اعتماد به شانه‌های محکم واستوارت توانستم قدم در راه تحصیل و علم بگذارم.

مادر مهربانم، که بی منت وجودت را وقف من نمودی.

همسر فداکارم، که همواره یاری گر من در این مسیر بودی.

به پاس این همه فداکاری، من هم چکیده‌ای از تلاش علمی ام را به پای خوبی‌هایتان تقدیم می کنم.

سپاسگذاری

سپاس فراوان از استاد گران قدر جناب اقای دکتر اسدپور که در تمامی مراحل انجام پروژه بی دریغ من را یاری نمودند و همواره با راهنمایی‌های ارزنده اشان من را بهره مند ساختند.

سپاس از جناب اقای دکتر احدی اخلاقی و سرکار خانم دکتر سربیشه‌ای که داوری پروژه را بعهده گرفتند.

چکیده

در دوران کنونی به علت استفاده گسترده از اطلاعات چند رسانه‌ای دیجیتال روش‌های جعل این اسناد نیز گسترش یافته است. از طرفی تامین امکاناتی از جمله حق کپی و حق مالکیت این سرویس ها به خصوص برای ارائه دهندگان انها اهمیت بسیاری پیدا کرده است. از این رو واترمارکینگ به عنوان راهکاری برای تامین این گونه حقوق معرفی شده و کاربردهای ان ذکر شده است بدین صورت که اطلاعاتی را به صورت مستقیم در داخل داده‌های چند رسانه‌ای تعبیه و جاسازی می‌کنیم، به اطلاعات تعبیه شده واترمارک گفته می‌شود که بعد از اعمال حمله نیز می‌بایست قابل اشکارسازی باشد، در صورتی که الگوریتم مقاوم به کار رفته باشد.

در تمام روش‌های واترمارکینگ بین خواص مقاومت و شفافیت تعارض وجود دارد بطوریکه هرچه مقاومت روش واترمارکینگ بیشتر باشد شفافیت آن کمتر است و بالعکس، درنتیجه می‌توان صرفنظر از نوع تبدیل استفاده شده، عملیات واترمارکینگ را بصورت یک مساله‌ی بهینه سازی مدل کرد که هدف یافتن ضرایب بهینه برای تغییر زیربازه‌های فرکانسی مختلف از طیف فرکانسی تصویر میزبان جهت جاسازی واترمارک است که منجر به شفافیت زیاد توام با مقاومت بالا شود.

در این پروژه به ارائه مدل‌های بهینه ای برای واترمارکینگ تصاویر خاکستری مبتنی بر SVD و DWT-SVD می-پردازیم که در آن‌ها از الگوریتم ژنتیک و شبیه‌سازی حرارتی بمنظور بهینه کردن ضرایب در فرآیند جاسازی واترمارک استفاده کرده‌ایم. نتایج پیاده‌سازی‌ها مؤید برتری این روش‌ها از لحاظ شفافیت و مقاومت در برابر طیف وسیعی از حملات می‌باشد. شبیه‌سازی حرارتی برای اولین بار در این پروژه بمنظور بهینه کردن ضرایب بکار گرفته شده است. این الگوریتم ده‌ها برابر سریع‌تر از الگوریتم ژنتیک عمل می‌کند و نتایج نسبتا بهتری می‌دهد.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ تاریخچه واترمارکینگ ۴

۱-۳ کاربردهای واترمارکینگ ۵

۱-۴ جمع بندی ۷

فصل دوم: الگوریتم‌های واترمارکینگ **۸**

۲-۱ مقدمه ۹

۲-۲ روش های حوزه مکانی ۹

۲-۳ واترمارکینگ طیف گسترده ۱۲

۲-۴ روش‌های حوزه تبدیل ۱۳

۲-۴-۱ تبدیل کسینوسی گسسته DCT ۱۴

۲-۴-۲ تبدیل گسسته ویولت DWT ۱۶

۲-۴-۳ واترمارکینگ مبتنی بر تجزیه مقادیر تکین SVD ۲۱

۲-۵ جمع بندی ۲۳

فصل سوم: روش‌های بهینه سازی **۲۴**

۳-۱ مقدمه ۲۵

۳-۲ تاریخچه ۲۵

۳-۳ الگوریتم‌های ژنتیک ۲۶

۳-۳-۱ مفاهیم اولیه در الگوریتم ژنتیک ۲۷

۳-۳-۲ مراحل اجرای الگوریتم ژنتیک ۳۰
۳-۴ شبیه سازی حرارتی ۳۲
۳-۴-۱ مفاهیم اولیه در SA ۳۴
۳-۴-۲ مراحل اجرای SA ۳۶
۳-۵ جمع‌بندی ۳۷

فصل چهارم: بهینه سازی واترمارکینگ تصاویر با استفاده از الگوریتم های تکاملی ۳۹
۴-۱ مقدمه ۴۰
۴-۲ مدل بهینه ی واترمارکینگ غیرکور تصویر مبتنی بر SVD خطی ۴۰
۴-۲-۱ مراحل جاسازی واترمارک ۴۲
۴-۲-۲ مراحل استخراج واترمارک ۴۳
۴-۳ مدل بهینه ی واترمارکینگ غیرکور تصویر مبتنی بر DWT-SVD ۴۵
۴-۳-۱ الگوریتم جاسازی واترمارک ۴۶
۴-۳-۲ الگوریتم استخراج واترمارک ۴۷
۴-۴ نتایج شبیه سازی ۴۸
۴-۴-۱ مقایسه دو روش بهینه‌سازی SA و GA در واترمارکینگ مبتنی بر SVD خطی ۴۹
۴-۴-۲ مقایسه دو روش بهینه‌سازی SA و GA در واترمارکینگ مبتنی بر DWT_SVD خطی ۵۳
۴-۵ جمع‌بندی ۵۸

فصل پنجم: جمع‌بندی و پیشنهادات ۵۹
مراجع ۶۳

فهرست شکل ها

شکل ۲-۱ جانشینی ساده..... ۱۰

شکل ۲-۲ جانشینی ساده با کلید..... ۱۱

شکل ۲-۳ طیف سیگنال اطلاعات و گسترش یافته ان..... ۱۳

شکل ۲-۴ مشخص کردن نواحی DCT ۱۵

شکل۲-۵ فیلتر بانک آنالیز یک ویولت دو بعدی..... ۱۸

شکل ۲-۶ تجزیه تصویر با تبدیل ویولت دو بعدی..... ۱۹

شکل۲-۷ تبدیل ویولت در دو مرحله..... ۲۰

شکل ۳-۱ بهینه محلی و بهینه کلی..... ۲۷

شکل ۳-۲ مراحل اجرای الگوریتم ژنتیک..... ۳۱

شکل ۳-۳ کاربرد SA در پیدا کردن مینیمم مطلق ۳۰

شکل ۳- ۴ توابع زمان بندی سرد شدن قابل کاربرد در الگوریتم SA ۳۵

شکل ۳-۵ مراحل اجرای الگوریتم SA ۳۸

شکل ۴-۱ بلوک دیاگرام مربوط به جا سازی واترمارک مبتنی بر الگوریتم ژنتیک..... ۴۵

شکل ۴-۲ بلوک دیاگرام مربوط به جا سازی واترمارک مبتنی بر شبیه‌سازی حرارتی..... ۴۵

شکل ۴-۳ الف) تصویر میزبان ب)تصویر واترمارک..... ۴۸

شکل ۴-۴ همگرایی تابع برازندگی..... ۴۸

شکل ۴-۵ واترمارک استخراج شده به روش SVD_GA تحت حملات الف)average filtering ب)unsharp ج)
resizing د) rotation ۵۰

شکل ۴-۶ تصویر واترمارک‌شده به روش SVD_GA تحت حملات الف)unsharp ب)rotation ج) average
filtering)resizing ۵۰

شکل ۴-۷ تصویر واترمارک‌شده به روش SVD_SA تحت حملات الف)unsharp ب)rotation ج) average filtering د)resizing ۵۱
شکل ۴-۸ واترمارک استخراج شده به روش SVD_SA تحت حملات الف) rotation ب)resizing ج)unsharp د) average filtering ۵۱
شکل ۴-۹ تصویر واترمارک‌شده به روش DWT_SVD_ GA تحت حملات الف)resizing ب)average filtering ج) rotation د)unsharp ۵۴
شکل ۴-۱۰ واترمارک استخراج شده به روش DWT_SVD_ GA تحت حملات الف)resizing ب) average filtering ج) rotation د)unsharp ۵۴
شکل ۴-۱۱ تصویر واترمارک‌شده به روش DWT_SVD_ SA تحت حملات الف) resizing ب) average filtering ج) unsharp د)rotation ۵۵
شکل ۴-۱۲ واترمارک استخراج شده به روش DWT_SVD _SA تحت حملات الف)average filtering ب) unsharpج)resizing د) rotation ۵۵
شکل ۴-۱۳ مقادیر تکین چهار زیرباند الف)LL ب) HL ج) LH د) HH..... ۵۶

فهرست جدول‌ها

جدول ۴-۱ انتخاب پارامترهای GA ۴۹
جدول ۴-۲ مقایسه PSNR برای بهینه‌سازی واترمارکینگ مبتنی بر SVD خطی با SA و GA ۵۲
جدول ۴-۳ مقایسه NC برای بهینه‌سازی واترمارکینگ مبتنی بر SVD خطی با SA و GA ۵۲
جدول ۴-۴ مقایسه تابع برازندگی و زمان اجرای الگوریتم برای بهینه‌سازی واترمارکینگ مبتنی بر SVD خطی با SA و GA ۵۳
جدول ۴-۵ ضرایب بهینه بدست امده از دو روش SA و GA ۵۳
جدول ۴-۶ مقایسه PSNR برای بهینه‌سازی واترمارکینگ مبتنی بر DWT_SVD خطی با SA و GA ۵۷
جدول ۴-۷ مقایسه NC برای بهینه‌سازی واترمارکینگ مبتنی بر DWT_SVD خطی با SA و GA ۵۷
جدول ۴-۸ مقایسه تابع برازندگی و زمان اجرای الگوریتم برای بهینه‌سازی واترمارکینگ مبتنی بر DWT_SVD خطی با SA و GA ۵۷

فهرست اختصارات

Genetic algoritm……GA

Simulated Annealing…….SA

Evolution Strategy…….ES

Traveling Salesperson Problem…….TSP

Peak Signal to Noise Ratio……..…….……PSNR

Normalized Correlation……..……..NC

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه

امروزه با وجود نرم افزارهای پیشرفته و گسترش دامنه استفاده از سیستم‌های چند رسانه‌ای دیجیتال، ایجاد تغییر در محصولات چند رسانه‌ای یا جعل‌کردن آنها به سادگی امکان‌پذیر است. از طرفی تامین امکاناتی از جمله حق کپی و حق مالکیت این سرویس‌ها به خصوص برای ارائه‌دهندگان ان‌ها اهمیت بسیاری پیدا کرده است. از این رو واترمارکینگ به عنوان راهکاری برای تامین این گونه حقوق معرفی شده و کاربردهای ان ذکر شده است. سپس مفاهیم واترمارکینگ معرفی شده و مسائل مطرح در طراحی الگوریتم‌های مربوطه، بررسی و مراحل طراحی نیز شرح داده شده است.

به طور کلی «نهان‌نگاری» تصویر، یعنی پنهان کردن داده درون یک تصویر میزبان که این داده تنها با کلید خاصی قابل استخراج است و فقط فردی که نهان‌نگاری را انجام داده، این کلید را می‌داند. داده نهان نگاری شده باید در تصویر میزبان نامرئی شود و غیر قابل حذف برای کاربران غیر مجاز باشد، در حالیکه برای کاربران مجاز به‌راحتی قابل استخراج باشد.

نهان‌نگاری داده در تصاویر دیجیتال کاربردهای فراوانی دارد. از جمله این کاربردها می توان به ارتباطات سری اشاره کرد. با استفاده از این تکنولوژی از تکثیر غیر قانونی محصولات چند رسانه‌ای جلوگیری می‌شود. همچنین می‌توان از جعل اسناد و مدارکی مانند کارت شناسایی و گواهینامه جلوگیری کرد.

واترمارکینگ دیجیتال یکی از شاخه‌های علم نهان نگاری می‌باشد که اطلاعاتی را به صورت مستقیم در داخل داده‌های چند رسانه‌ای تعبیه و جاسازی می‌کنیم به اطلاعات تعبیه شده واترمارک گفته می‌شود. این سیگنال اضافه شده (واترمارک) در ضمن اینکه باید شامل اطلاعات کافی برای رسیدن به میزان امنیت مورد نظر باشد به نحوی به سیگنال اصلی اضافه می‌شود تا اولا نامرئی بوده وثانیا به راحتی قابل حذف نباشد یا حداقل حجم پردازش لازم برای حذف غیر مجاز ان به نحوی باشد که باعث کاهش قابل توجهی در کیفیت داده اصلی شود.

این تضاد بین خصوصیت‌ها باعث می‌شود که کار طراحی روش واترمارکینگ کار ساده‌ای نبوده و اعمال دقت و توجه زیادی نیاز باشد.

الگوریتم‌های طراحی شده ممکن است در حوزه زمان یا فرکانس کار کنند. در این میان الگوریتم‌هایی که در حوزه زمان کار می‌کنند معمولا روشهای سریع و ساده‌ای هستند ولی در عوض از امنیت بالایی برخوردار نیستند. ولی الگوریتم‌هایی که در حوزه تبدیل کار می‌کنند امن‌تر هستند.

در واقع واترمارکینگ در حوزه‌ی مکان همچون روش واترمارکینگ کم‌ارزشترین بیت، گرچه بسیار غیرقابل مشاهده است، اما چندان مقاوم نیست و نمی‌تواند در مقابل اکثر پردازش‌های تصویر دوام بیاورد در نتیجه این نوع واترمارکینگ برای محیط‌های بدون نویز مناسب است. انجام واترمارکینگ در حوزه‌ی تبدیلات، مقاومت بیشتری در مقابل اکثر حملات فراهم می‌کند و اینگونه روش‌ها، واترمارک را بوسیله‌ی تغییر ضرایب تبدیل یک تصویر، جاسازی می‌کنند. انتخاب مناسب ضرایبی از تبدیل تصویر میزبان جهت تغییر دادن و جاسازی واترمارک و همچنین میزان تغییر چنین ضرایبی، نقش بسیار مهمی در مقاومت و مشاهده ناپذیری (شفافیت) روش واترمارکینگ دارند. از طرف دیگر بین مقاومت و مشاهده ناپذیری همیشه یک تعارض وجود دارد بطوریکه جاسازی واترمارک در مولفه‌های مهم (فرکانس‌های پایین) موجب افزایش مقاومت در مقابل گروهی زیادی از حملات می‌شود اما این کار باعث کاهش شفافیت می‌شود و یا چنانچه تغییر ضرایب تبدیل تصویر میزبان بوسیله‌ی واترمارک زیاد باشد مقاومت بالا اما شفافیت کم خواهیم داشت. در نتیجه می‌توان عملیات واترمارکینگ را بصورت یک مساله‌ی بهینه سازی مدل کرد که هدف یافتن ضرایب بهینه برای تغییر زیربازه‌های فرکانسی مختلف از طیف فرکانسی تصویر میزبان است که منجر به شفافیت زیاد توام با مقاومت بالا شود.

در راستای نیل به چنین هدفی، در این پایان نامه روش‌های بهینه برای واترمارکینگ تصاویر خاکستری در حوزه های SVD و DWT-SVD با استفاده از الگوریتم ژنتیک[1] و شبیه‌سازی حرارتی[2] ارائه شده که نتایج بسیار مطلوبی به همراه داشته است.

[1] genetic algoritm
[2] Simulated Annealing

۱-۲ تاریخچه

نهان‌نگاری داده یک علم بسیار قدیمی است. داستان‌های موجود در تاریخ یونان باستان نشان می‌دهد که در آن زمان نهان‌نگاری مورد استفاده قرار می‌گرفته است و از نهان‌نگاری فقط برای ارتباطات مخفیانه[۱] استفاده می‌شده است. داستان‌هایی در مورد لوحهایی که با روغن‌های نامرئی نوشته می‌شد و یا پیک‌هایی که پیغام ها را می‌بلعیدند، همگی موید این مطلب هستند. در گذشته های دور معمولا از انسان ها به عنوان سیگنال میزبان استفاده می شده است.

یکی از پیشگامان علم نهان نگاری جان تتموس[۲] ۱۴۶۲ تا ۱۵۲۶ یک روحانی آلمانی بود. اولین کار وی بر روی استگانوگرافی «استگانوگرافیا» نام داشت.

کلمه واترمارک یا اثر آب، به ۷۰۰ سال قبل بر می گردد که در کارخانه های سنتی تولید کاغذ، الیاف نم دار را به وسیله یک مهر سخت تحت فشار قرار می دادند تا نم الیاف بر روی کاغذ بماند. از این روش برای حک مهر کارخانه بر روی کاغذ استفاده می شد. اولین بار در ایتالیا از واترمارکینگ برای مشخص کردن سازنده کاغذ استفاده شد که ارزش قانونی هم داشت. حتی در یک پرونده جنایی از همین کاغذ ها به عنوان مدرک استفاده شد.

ساده‌ترین روشی که در ابتدا مطرح شد قرار دادن داده ها در کم ارزش ترین بیت اطلاعات شدت روشنایی تصویر بود. این روش هم براحتی قابل استفاده بود، هم به زمان بسیار کم نیاز داشت و هم اینکه میزان داده قابل پنهان کردن بسیار زیاد بود. مثلا در یک تصویر با ابعاد ۲۵۶*۲۵۶، ۸ کیلو بایت اطلاعات می‌توان ذخیره کرد. این روش تغییر بسیار نامحسوسی در تصویر ایجاد می‌کند، ولی مشکل اساسی آن، این است که با ایجاد کوچکترین تغییری در تصویر تمام داده‌ها تخریب می‌شوند و در ضمن داده‌ها از هیچگونه امنیتی برخوردار نیستند.

بعداز آن روش های آماری، طیف گسترده[۳] و همچنین روش‌هایی بر پایه تبدیلات کسینوسی، فوریه و موجک[۴] مطرح شده است.

امروزه دانشمندان در حال تحقیق در مورد روش‌هایی بر پایه سیستم‌های بینایی انسان برای حفظ کیفیت تصویر در هنگام نهان‌نگاری، کاهش زمان لازم برای استخراج داده و همچنین استخراج داده‌ها بدون استفاده از تصویر اولیه هستند.

---

[1]. secret communication
[2] .Johannes Trithemus
[3].spreed spectrum
[4] .wavelet

صنعت موزیک نیز جهت توزیع قانونی موزیک‌های دیجیتال، اقدام به ساخت محیطی به نام SDMI[1] در سال ۱۹۹۹ در محیط وب جهانی کرد. علاوه بر آن شرکت های تجاری از جمله ALPH-Tech از یونان، Alph-Vision از سوئیس و مهمترین آنها دیگمارک از ایالت متحده از اواخر سالهای ۱۹۹۹ جهت کار تخصصی در زمینه واترمارکینگ شروع به فعالیت کردند.

کستا[2] با مقاله اش با عنوان نوشتن بر روی کاغذ کثیف مرجع سیستم اولین و بنیادی‌ترین قدم برای تحلیل واترمارکینگ از دید تئوری اطلاعات برداشت او در سال ۱۹۸۸ مقاله خود را منتشر نمود[۱].

در زمینه طراحی الگوریتم بارنی[3] و همکارانش طبق [۲]، در سال ۲۰۰۰ الگوریتم طیف گسترده را برای تصویر در حوزه DCT مورد بررسی قراردارند، تاثیر نویز به عنوان حمله در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است و ظرفیت کانال برای انتقال اطلاعات محرمانه همراه با تداخل سیگنال میزبان و ارسال اطلاعات محرمانه محاسبه شده است. نویسندگان این مقاله کارهای خود را برای واترمارکینگ طیف گسترده در حوزه FFT[4] نیز گسترش دادند[۳].

ولشینکی[5] و همکارانش با استفاده از نتایج کستا الگوریتم های مختلف واتر مارکینگ شامل LSB[6] و SSW[7] و QIM[8] را از دید تئوری اطلاعات مورد بررسی قرار داده و رابطه ظرفیت کانال را محاسبه نمودند[۴].

۱-۳ کاربردهای واترمارکینگ

- **حفظ حقوق مولف[9]**

روش کار بدین صورت است که اطلاعات درباره مولف محصول دیجیتال، در محصول قرار داده می‌شود. تا از ادعای دیگران جلوگیری شود. لذا علامت، کار محافظت از حقوق مولف را انجام می‌دهد و باید درجه بالایی از

---

[1] . Secure Digital Music Initiative
[2] . Costa
[3] . Barni
[4] .Fast forier transform
[5] Voloshinovsky
[6] .Least Significant Bit
[7] .Spread Spectrum Watermarking
[8] Quantization Index Modulation.
[9] . copy right protection

سختی را داشته باشد تا از ادعای دیگران جلوگیری شود علامت می تواند یک شماره ثبت، یک پیام متنی یا یک لوگوی گرافیکی باشد.

- **نظارت بر پخش عمومی[۱]**

در تبلیغات تلوزیونی بر روی آگهی‌های تجاری و یا قطعات صوتی، مالکین اقدام به درج واترمارک های نامرئی بر روی اطلاعات می‌نمایند. سپس یک سیستم اتوماتیک، کانال های تلوزیونی و رادیویی مختلف را نظارت می-کند و به این ترتیب می توانند زمان و میزان دقیق پخش تبلیغات را مشخص و معین نمایند.

- **کنترل کپی برداری[۲]**

واترمارک هایی که برای اثبات مالکیت به کار می‌رود مانع از کپی برداری غیر مجاز نمی‌شوند، بلکه آنها بیشتر به عنوان یک عامل بازدارنده و ابزار تحقیق و بررسی عمل می‌کنند. اما برای دستگاههای ضبط و پخش این امکان وجود دارد که نسبت به سیگنالهای تعبیه شده در داده ها واکنش نشان دهد. بدین منظور دستگاه اگر واترمارکی را آشکار کند که نشان دهنده این مطلب می باشد که کپی برداری ممنوع می باشد، از ضبط ان سیگنال جلوگیری می‌کند.

- **انگشت نگاری به منظور پیگیری شخص**

یکی دیگر از کاربردهای واترمارکینگ، قرار دادن اطلاعات دریافت کننده در محصول است نه اطلاعات صاحب محصول دیجیتال، تا اینکه بتوان هر کپی محصول پخش شده را تشخیص داد به این اطلاعات اضافه شده به محصول دیجیتال اثر انگشت می گویند.

- **تایید صحت[۳]**

کاربرد دیگر واترمارکینگ، تایید هویت تصویر و کشف دست کاری[۱] در تصویر است. همان طور که در دوربین های ویدئویی محتوای عکس‌های دیجیتال می‌توانند به سادگی تغییر داده شوند با ایجاد واترمارکینگ اگر حتی یک بیت از یک پیکسل تصویر تغییر داده شود دستکاری مشخص می شود.

---

۱ .Broadcast monitoring
2 . copy control
3. Authentication

۴-۱ جمع بندی

در این فصل تاریخچه واترمارکینگ به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. توضیح داده شد که واترمارکینگ عبارتست از پنهان سازی اطلاعات در یک منبع داده چند رسانه‌ای، که دارای کاربردهای وسیعی در حفاظت از حق مولف، کنترل کپی برداری، ارسال اطلاعات رمز گذاری شده و ذخیره داده در منابع پخش اطلاعات چند رسانه‌ای همگانی می‌باشد. ابتدا روشهای فیزیکی و آنالوگ که اغلب در حوزه زمان پیاده سازی می شوند مورد بررسی قرار گرفتند. در سالهای اخیر اغلب از روشهای حوزه فرکانس و یا کدهای گسترده کننده زمان–فرکانسی در واترمارکینگ استفاده شده است. به عنوان نمونه روشهای DWT، DCT، FFT و SVD معرفی گردیدند. اصول واترمارکینگ و استگانوگرافی و کاربردهای آنها توضیح داده شد.

[1] . Tempering

فصل دوم : الگوریتم‌های واترمارکینگ

۲-۱ مقدمه

در این فصل تعدادی از روش‌های موجود در حوزه‌ی واترمارکینگ تصاویر را که تاکنون انجام شده است، معرفی کرده و بطور مختصر مزایا و محدودیت‌های این روش‌ها را بررسی می‌کنیم.

در حالت کلی واترمارکینگ در دو حوزه انجام می‌شود: ۱) حوزه مکان و ۲) حوزه تبدیلات. در واترمارکینگ حوزه مکان مانند واترمارکینگ کم ارزش‌ترین بیت (LSB)[1]، واترمارک مستقیما مقادیر پیکسل تصویر اصلی را تغییر می‌دهد. در حالت دوم، واترمارکینگ در حوزه‌ی تبدیلات مانند حوزه‌ی تبدیل کسینوسی گسسته (DCT)[2]، حوزه تبدیل ویولت گسسته (DWT)[3] و حوزه‌ی تبدیل فوریه‌ی گسسته (DFT)[4] انجام می شود. انجام واترمارکینگ در حوزه‌ی تبدیلات، مقاومت بیشتری در مقابل اکثر حملات فراهم می‌کند. روشهای حوزه‌ی تبدیلات، واترمارک را بوسیله‌ی تغییر ضرایب تبدیل یک تصویر جاسازی می‌کنند.

۲-۲ روش های حوزه مکانی

در روش حوزه دامنه پنهان سازی اطلاعات به طور مستقیم در حوزه دامنه انجام می‌گیرد، یعنی واترمارک را به صورت مستقیم در داخل داده‌های چند رسانه‌ای تعبیه وجاسازی می‌کنیم. این روش‌ها الگوریتم سریع و ساده‌ای دارند. مهمترین خصوصیات این روش شفافیت وظرفیت بالای آن است ولی مقاومت آن در برابر تکنیک‌های پردازش تصویر و حملات اعمال شده، کم است. چند روش از حوزه دامنه را بیان می‌کنیم .

[1] Least Significant Bit (LSB)
[2] Discrete Cosine Transform (DCT)
[3] Discrete Wavelet Transform (DWT)
[4] Discrete Wavelet Transform (DWT)

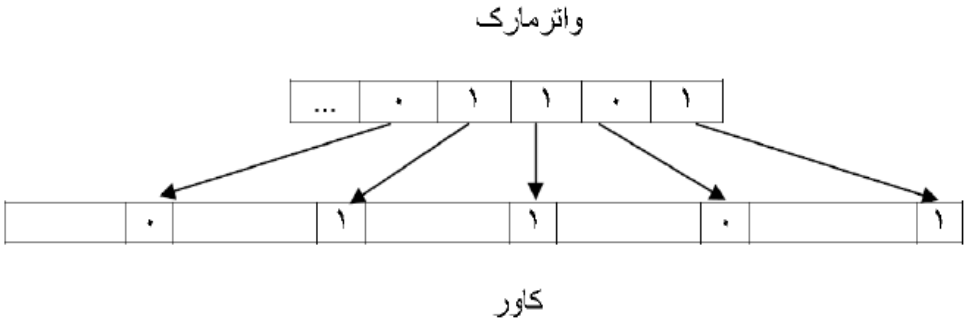
- **جانشینی**

تکنیک‌های جانشینی برای سیستم‌های واترمارکینگ، بیت‌های واترمارک را در بیت‌های کم ارزش [1] یک محصول دیجیتال، جایگذاری می‌کند. به عنوان مثال از آنجایی که چشم انسان قادر به تشخیص تغییر رنگ ناشی از عوض شدن بیت کم ارزش نیست، این روش در پنهان کردن واترمارک از چشم انسان موفق است.

اما این روش در برابر تغییرات بسیار حساس است و در اثر کوچکترین تغییر تصویر واترمارک از بین خواهد رفت در زیر دو روش از روشهای جانشینی را مورد بررسی قرار می دهیم.

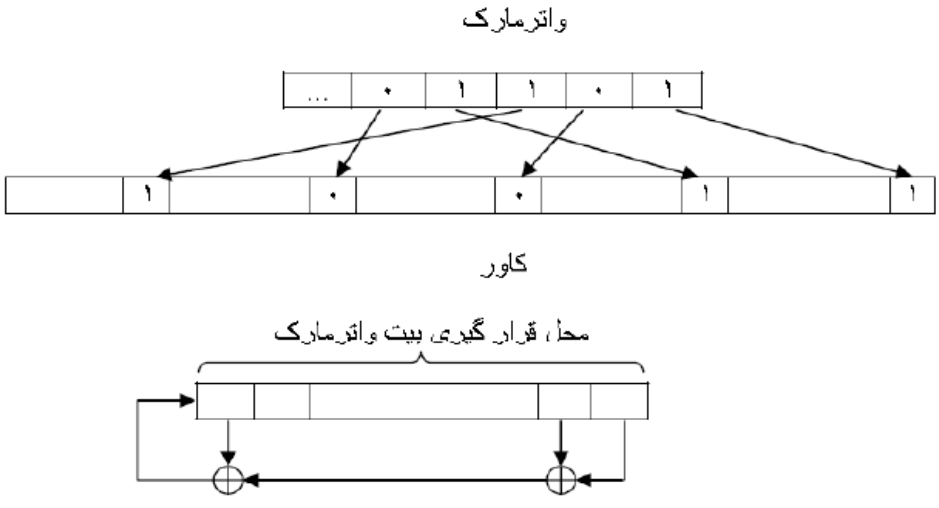
- **جانشینی بیتی**

می توان یک قالب به طول تعداد بیت های پیامی که قرار است مخفی شود انتخاب کرد و هر بیت از این پیام را در بیت کم ارزش مورد نظر قرار داد. شکل (۲-۱). یا می‌توان بیت های پیام را به‌وسیله یک دنباله شبه تصادفی گسترش داد به طوری که طول اندازه تعداد بیتهای پوشش شود . به عنوان مثال می توان با یک LFSR یک دنباله شبه تصادفی به طول تعداد بیت های پوشش ایجاد کرد، سپس بیت‌های پیام مورد نظر آن قدر تکرار کرد تا به اندازه بیت های پوشش شود. حال این دنباله را با دنباله شبه تصادفی XOR کرده و در بیتهای کم ارزش پوشش قرار می‌دهیم.



شکل ۲-۱ جانشینی ساده

[1] least Significant Bit



شکل ۲-۲ جانشینی ساده با کلید

روش دیگری که می توان استفاده کرد قرار دادن بیت های پیام با فاصله های شبه تصادفی از هم در پوشش است. بـرای این منظور این گونه عمل می‌کنیم که یک دنباله شبه تصادفی ایجاد می کنیم که هـر حالـت از آن فاصـله‌ی بیـت هـای واترمارک را در پوشش نشان می‌دهد.

به عنوان مثال اگر سه حالت اول دنباله ۵ و۱۰ و۱۶ بود اولین بیت پیـام را در بیـت کـم ارزش پنجمـین بایـت پوشـش جایگزین می‌کنیم و دومین بیت را در بیت کم ارزش بایت ۱۵ و بیت سوم پیام را در بیت کم ارزش بایت ۳۱ (شکل (۲-۲))جایگزین می‌کنیم.

- **جانشینی منطقه ای**

می‌توان به جای قرار دادن هر بیت از پیام در یک بایت از پوشش بدین صورت عمل کرد که پوشش را به تعداد بیت‌های پیام تقسیم کرده و هر بخش را یک منطقه بنامیم. سپس توازن[1] بیت‌های کم ارزش هر منطقه را محاسبه می‌کنیم. اما اگر این توازن با بیت پیام یکسان نبود به انتخاب خودمان یکی از بیت‌های کم ارزش آن منطقه را عوض می‌کنیم تا توازن

[1] parity