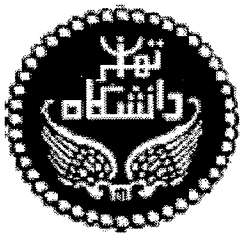
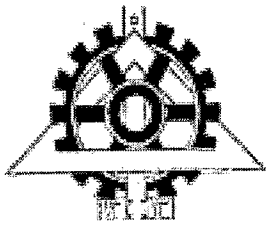
بسم الله الرحمن الرحيم

۹۴۱۲۷





دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

نهان نگاری تصاویر رنگی با استفاده از آنالیز چند مقیاسی

نگارش:

احسان واحدی

اساتید راهنما:

دکتر رضا آقائی‌زاده ظروفی - دکتر محسن شیوا

پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ

مهندسی برق - گرایش مخابرات - سیستم

۱۳۸۷/۱/۲۷

بهمن ۱۳۸۶

۴۲۱۹۷

به نام خدا

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گواهی دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

هیأت داوران پایان نامه کارشناسی ارشد آقا/خانم احسان واحدی در رشته مهندسی برق و کامپیوتر، گرایش : مخابرات

با عنوان: "نهان نگاری تصاویر رنگی با استفاده از آنالیز چند مقیاسی"

در تاریخ ۱۳۸۶/۱۱/۲۹ نمره نهایی پایان نامه: به عدد ۲۰/- به حروف بیست تمام

و درجه عالی ارزیابی نمود.

مشخصات هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱-استاد راهنما	دکتر رضا آقایی زاده ظروفی	دانشیار	تهران	
استاد راهنمای دوم (حسب مورد)	دکتر محسن شیوا	دانشیار	تهران	
۲-استاد مشاور	--	--	--	
۳-استاد مدعو خارجی (یا استاد مشاور دوم)	دکتر احسان ا..کبیر	استاد	تربیت مدرس	
۴-استاد مدعو داخلی	دکتر علیرضا نصیری اوانکی	استادیار	تهران	
۵-داور و نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر سیدکمال الدین ستاره دان	دانشیار	تهران	

تذکر:این برگه پس از تکمیل توسط هیأت داوران در نخستین صفحه پایان نامه درج می گردد.

دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر

پایان‌نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ مهندسی برق – گرایش مخابرات – سیستم

عنوان: نهان نگاری تصاویر رنگی با استفاده از آنالیز چند مقیاسی

نگارش: احسان واحدی

از این پایان‌نامه در تاریخ ۸۶/۱۱/۲۹ در مقابل هیأت محترم داوران دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت.

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی پردیس دانشکده‌های فنی: دکتر جواد فیض

رئیس دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر: دکتر پرویز جبه‌دار مارالانی

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر: دکتر سعید نادر اصفهانی

استاد راهنما: دکتر رضا آقائی زاده ظروفی

استاد راهنما: دکتر محسن شیوا

عضو هیأت داوران: دکتر احسان ا... کبیر

عضو هیأت داوران: دکتر سید کمال الدین ستاره‌دان

عضو هیأت داوران: دکتر علیرضا نصیری اوانکی

تعهدنامهٔ اصالت اثر

اینجانب احسان واحدی تأئید می‌کنم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب بوده و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آنها استفاده شده است طبق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است.

کلیهٔ حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشکدهٔ فنی دانشگاه تهران می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: احسان واحدی

امضای دانشجو:

تقدیم به

مادر عزیزم که همواره مدیون فداکاری‌ها و محبت او هستم

و

اساتید بزرگوارم دکتر محسن شیوا و دکتر فرشید رئیسی

که درس زندگی را از ایشان آموختم.

سپاسگزاری

پروردگار منان را شاکرم که در طی مسیر پژوهش مرا مورد لطف و عنایت بی‌پایان خود قرار داده است. از اساتید راهنمای محترم جناب آقای دکتر ظروفی و جناب آقای دکتر شیوا بخاطر راهنمائی‌های ارزنده و پربارشان که پیوسته روشن‌کنندهٔ مسیر این پژوهش بوده است صمیمانه سپاسگزارم. از مادر و پدر عزیزم که فداکاری، صبر و همراهی مشفقانه‌شان از ابتدای عمر همراه من بوده است، آنها که همواره در زمان روبرو شدن با مشکلات گوناگون، در هر حالت و به هر شکل پشتیبان من بوده‌اند سپاسگزارم. بدین وسیله وظیفهٔ خود می‌دانم از تمامی اساتید محترم از جمله آقای دکتر شیوا، آقای دکتر نصیری و آقای دکتر لوکاس که در تکوین دیدگاه اینجانب در دوره کارشناسی ارشد نقش اساسی داشته‌اند سپاسگزاری کنم. علاوه بر این وظیفهٔ خود می‌دانم از جناب آقای دکتر کبیر و سرکار خانم دکتر ترکمنی آذر بخاطر راهنمائی‌های ارزشمندشان در ابتدای مسیر این پژوهش سپاسگزاری کنم. همچنین جا دارد از تمامی دوستانم از جمله آقایان مهدی تیموری، شهروز فقیه‌روحی، علیرضا رستگاری، کیوان روناسی، مانی ملک اسماعیلی، کمال عبدی و خانم‌ها آزاده رستگاری، مهسا مقامی، شیرین بدیع‌زادگان، هما حسین‌مردی، مهناز روشنائی و مهدیه خانمحمدی که دوستانی همراه و مشوق بوده‌اند قدردانی کنم.

این پروژه با حمایت‌های مادی و معنوی مرکز تحقیقات مخابرات ایران (ITRC) انجام شده است.

چکیده

در دهۀ اخیر به علت اتصال تعداد بیشماری از کامپیوترهای شخصی به شبکۀ جهانی اینترنت، در واقع انفجاری در توزیع و استفادۀ آسان از دادۀ دیجیتال چند رسانه‌ای به وقوع پیوسته است. به منظور حفاظت از این محصولات در برابر کپی‌های غیر مجاز و حفظ حقوق ناشر در قبال دادۀ صوتی، تصویری و ویدئویی، استفاده از تکنیک‌های نهان نگاری بصورت گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. نهان نگاری تصاویر به معنای پنهان کردن داده‌ای دیجیتال در آنها است. این عمل می‌بایست به طریقی انجام شود که تغییرات ایجاد شده در تصویر اصلی با چشم قابل تشخیص نبوده و فقط افراد مجاز قادر به استخراج این داده‌ها باشند و ضمنا، نهان نگارۀ مورد نظر در اثر پردازش‌های معمول بر روی تصویر میزبان از بین نرود. در حوزۀ نهان نگاری تصاویر، بخش عمده‌ای از پژوهش‌هائی که تاکنون انجام شده به پنهان سازی داده در تصاویر سطح خاکستری اختصاص داشته است و از همین رو لزوم توجه و تحقیق در زمینۀ روش‌هائی که بصورت ویژه و با هدف نهان نگاری تصاویر رنگی طراحی شده باشند، بیش از پیش احساس می‌شود.

این تحقیق ابتدا مروری دارد بر ضرورت، اهمیت و کاربردهای نهان نگاری در دنیای امروز. در مرحلۀ بعد مطالعاتی که تاکنون در حوزۀ نهان نگاری تصاویر رنگی به انجام رسیده است معرفی شده و چند روش پیشرو در این شاخه مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامۀ این پژوهش که بصورت خاص به نهان نگاری تصاویر رنگی با استفاده از تبدیل موجک اختصاص دارد، تأثیر استفاده از پایه‌های موجک متفاوت و متداول در کیفیت و مقاومت الگوریتم‌های نهان نگاری مبتنی بر آنالیز چند مقیاسی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. برای این منظور عملیات نهان نگاری با استفاده از پنجاه پایۀ موجک متفاوت انجام شده و پس از اجرای آزمایشات متعدد، بهترین گزینه‌های ممکن انتخاب می‌شوند. در مرحلۀ بعد، تأثیر استفاده از تعداد سطوح تجزیۀ متفاوت برای اجرای عملیات نهان نگاری بررسی می‌شود و پنج مدل متداول بازنمائی تصاویر رنگی مورد مطالعه قرار گرفته و گزینه‌های برتر از میان آنها انتخاب می‌گردد. در بخش دیگری از این تحقیق، تأثیر استفاده از روش‌های بهینه‌سازی شبه هوشمند و تکاملی نظیر الگوریتم ژنتیکی و PSO در بهبود عملکرد الگوریتم‌های نهان نگاری مبتنی بر تبدیل موجک مورد بررسی قرار می‌گیرد. نهایتا در فصل چهارم و بر مبنای نتایج حاصل از آزمایشاتی که پیشتر شرح داده شد، دو روش مجزا برای نهان نگاری تصاویر رنگی با استفاده از تبدیل موجک پیشنهاد می‌گردد. لازم به توضیح است که در هر دو روش پیشنهادی، بهینه‌سازی عملیات نهان نگاری با استفاده از الگوریتم ژنتیکی صورت می‌پذیرد.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه‌ای بر نهان نگاری تصاویر..... ۱

۱-۱ مقدمه..... ۲

۱-۲ تاریخچه..... ۲

۱-۳ کاربردها..... ۳

۱-۴ اصول و ویژگی‌های نهان نگاری..... ۶

۱-۵ طبقه‌بندی روش‌های نهان نگاری..... ۱۰

۱-۵-۱ حوزهٔ افزودن نهان نگاره..... ۱۰

۱-۵-۲ نیاز به تصویر اصلی و نهان نگاره در گیرنده..... ۱۱

۱-۵-۳ تقارن در فرایند نهان نگاری..... ۱۴

۱-۵-۴ نحوهٔ افزودن نهان نگاره..... ۱۴

۱-۶ جمع بندی..... ۱۵

فصل دوم: مروری بر تحقیقات قبلی..... ۱۷

۲-۱ مقدمه..... ۱۸

۲-۲ روش‌های اولیه در نهان نگاری تصاویر رنگی..... ۱۸

۲-۳ نهان نگاری با استفاده از آنالیز بافت نگار..... ۱۹

۲-۴ الگوریتم آقای Huang..... ۲۸

۲-۵ نهان نگاری با استفاده از تجزیه به مقادیر تکین..... ۳۳

۲-۶ الگوریتم آقای Agreste..... ۴۰

۲-۷ کاربرد الگوریتم ژنتیکی در نهان نگاری..... ۴۳

۲-۷-۱ الگوریتم آقای Kumsawat..... ۴۳

۲-۷-۲ الگوریتم آقای Shieh..... ۴۵

۲-۸ جمع بندی..... ۴۷

فصل سوم: بررسی تأثیر پارامترهای مختلف بر عملیات نهان نگاری..... ۴۹

۳-۱ مقدمه..... ۵۰

۳-۲ نوع موجک و تعداد سطوح تجزیه..... ۵۰

۳-۲-۱ سیستم مورد استفاده..... ۵۱
۳-۲-۲ انتخاب موجک مناسب..... ۵۴
۳-۲-۳ تعداد سطوح تجزیه..... ۵۶
۳-۳ انتخاب فضای رنگ مناسب..... ۵۹
۳-۳-۱ سیستم مورد استفاده..... ۶۰
۳-۳-۲ تأثیر پنهان کردن نهان نگاره در کانال‌های مختلف..... ۶۲
۳-۴ استفاده از الگوریتم ژنتیکی..... ۷۰
۳-۴-۱ مدل مورد استفاده..... ۷۲
۳-۴-۲ نتایج شبیه‌سازی‌ها..... ۷۵
۳-۴-۳ مقایسه با روش‌های قبلی..... ۷۷
۳-۵ استفاده از روش PSO..... ۷۸
۳-۶ جمع بندی..... ۸۰

فصل چهارم: روش‌های پیشنهادی و ارائهٔ نتایج..... ۸۱

۴-۱ مقدمه..... ۸۲
۴-۲ روش پیشنهادی اول..... ۸۲
۴-۲-۱ نتایج شبیه‌سازی‌ها..... ۸۵
۴-۳ روش پیشنهادی دوم..... ۸۹
۴-۳-۱ مفاهیم اولیه..... ۸۹
۴-۳-۲ ساختار الگوریتم دوم..... ۹۱
۴-۳-۳ نتایج شبیه‌سازی‌ها..... ۹۳
۴-۴ جمع بندی..... ۹۶

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهاد ادامهٔ کار..... ۹۷

۵-۱ مقدمه..... ۹۸
۵-۲ خلاصهٔ روش‌ها، نتایج و بحث..... ۹۹
۵-۳ پیشنهاد ادامهٔ کار..... ۱۰۱

مراجع..... ۱۰۴

فهرست مقالات منتشر شده.....۱۰۹

فهرست تصاویر

شکل (۱-۱): روند نمای فرایند نهان نگاری..... ۱۲

شکل (۱-۲): روند نمای فرایند استخراج نهان نگاره..... ۱۳

شکل (۱-۳): مسیر و اهداف پژوهش حاضر با توجه به تقسیم بندی‌های متداول الگوریتم‌های نهان نگاری..... ۱۵

شکل (۲-۱): نحوهٔ تعریف مؤلفه‌های جهت‌دار در گرادیان ترکیبی [33]..... ۲۱

شکل (۲-۲): نحوهٔ افراز فضای نهان نگاری به بلوک‌های مورد نیاز [33]..... ۲۲

شکل (۲-۳): نحوهٔ تقسیم بندی هر بلوک به چهار زیر بلوک [33]..... ۲۲

شکل (۲-۴): ضابطهٔ مورد استفاده برای تغییر توزیع بافت‌نگار [33]..... ۲۴

شکل (۲-۵): روند نمای مراحل پنهان سازی و استخراج نهان نگاره در الگوریتم HOWA [33] ۲۶

شکل (۲-۶): روند نمای الگوریتم نهان نگاری SVD [34]..... ۳۵

شکل (۲-۷): روند نمای روش پیشنهادی توسط آقای Kumsawat و همکاران [19]..... ۴۵

شکل (۲-۸): روند نمای روش پیشنهادی توسط آقای Shieh و همکاران [67] ۴۷

شکل (۳-۱): دیاگرام بلوکی سیستم آزمایش کنندهٔ موجک‌ها و سطوح تجزیهٔ متفاوت..... ۵۱

شکل (۳-۲): تصاویر میزبان و نهان نگارهٔ مورد استفاده در این آزمایش..... ۵۳

شکل (۳-۳): مقاومت تصویر نهان نگاری شدهٔ لنا در برابر فشرده‌سازی JPEG برای ده عضو اول خانوادهٔ Daubechies..... ۵۶

شکل (۳-۴): رفتار خانواده‌های مختلف تبدیل موجک در سطوح مختلف تجزیهٔ سیگنال..... ۵۷

شکل (۳-۵): مقایسهٔ میزان مقاومت موجک Sym-4 در برابر فشرده‌سازی JPEG در چهار سطح تجزیهٔ متفاوت..... ۵۹

شکل (۳-۶): دیاگرام بلوکی سیستم آزمایش‌کنندهٔ مدل‌های رنگ..... ۶۱

شکل (۳-۷): میزان مقاومت تصویر رنگی نهان نگاری شده در فضای RGB در مقابل فشرده‌سازی JPEG ۶۳

شکل (۳-۸): میزان مقاومت تصویر رنگی نهان نگاری شده در فضای YIQ در مقابل فشرده‌سازی JPEG ۶۵

شکل (۳-۹): میزان مقاومت تصویر رنگی نهان نگاری شده در فضای YC_bC_r در مقابل فشرده‌سازی JPEG ۶۶

شکل (۳-۱۰): میزان مقاومت تصویر رنگی نهان نگاری شده در فضای HSI در مقابل فشرده‌سازی JPEG.....۶۸
شکل (۳-۱۱): میزان مقاومت تصویر رنگی نهان نگاری شده در فضای HSV در مقابل فشرده‌سازی JPEG.....۶۹
شکل (۳-۱۲): ساختار بلوکی عملیات نهان نگاری مبتنی بر الگوریتم ژنتیکی.....۷۲
شکل (۳-۱۳): نهان نگارهٔ مورد استفاده و دو اشتراک ایجاد شده در خروجی بلوک VSS.....۷۳
شکل (۳-۱۴): مقایسهٔ میزان مقاومت روش OWGA با الگوریتم آقای Xu در برابر فشرده‌سازی JPEG.....۷۷
شکل (۳-۱۵): ساختار بلوکی عملیات نهان نگاری مبتنی بر بهینه‌سازی PSO.....۷۸
شکل (۳-۱۶): مقایسهٔ مقاومت الگوریتم‌های OWGA مبتنی بر GA و PSO در برابر فشرده‌سازی JPEG برای تصویر لنا.....۷۹
شکل (۴-۱): دیاگرام بلوکی اولین روش پیشنهادی.....۸۲
شکل (۴-۲): تقسیم نشان مورد استفاده به عنوان نهان نگاره به ۱۶ بخش مساوی و ۴ ناحیهٔ مهم آن.....۸۳
شکل (۴-۳): نواحی مورد استفاده برای پنهان کردن نهان نگاره و ضرایب متناظر هر یک در الگوریتم پیشنهادی اول.....۸۴
شکل (۴-۴): مقایسهٔ اولین روش پیشنهادی با الگوریتم آقای Huang از جنبهٔ مقاومت در برابر فشرده‌سازی JPEG ۸۶
شکل (۴-۵): دیاگرام بلوکی دومین روش پیشنهادی.....۹۲
شکل (۴-۶): میزان مقاومت الگوریتم پیشنهادی دوم در حالت مقاوم و برای تصویر لنا.....۹۴
شکل (۴-۷): تأثیر پذیری نهان نگاره از حملات مختلف در حالت شکستنی ۹۵

فهرست جداول

جدول (۲-۱): تعداد بیت‌هایی که پس از اجرای حملات هندسی بطور صحیح استخراج شده‌اند [33]..... ۲۷

جدول (۲-۲): مقادیر PSNR و NC برای تصویر لنا به ازای $\lambda = 10$ [67]..... ۴۷

جدول (۲-۳): جمع بندی الگوریتم‌های نهان نگاری تصاویر رنگی که در فصل دوم معرفی شده‌اند..... ۴۸

جدول (۳-۱): فیلترهای موجک مورد آزمایش..... ۵۵

جدول (۳-۲): مناسب‌ترین موجک‌ها و امتیاز کسب شده توسط هر یک..... ۵۶

جدول (۳-۳): مقایسهٔ کانال‌های مختلف در مدل RGB ۶۴

جدول (۳-۴): مقایسهٔ کانال‌های مختلف در مدل YIQ ۶۵

جدول (۳-۵): مقایسهٔ کانال های مختلف در مدل YC_bC_r ۶۶

جدول (۳-۶): مقایسهٔ کانال‌های مختلف در مدل HSI ۶۸

جدول (۳-۷): مقایسهٔ کانال‌های مختلف در مدل HSV..... ۶۹

جدول (۳-۸): تجزیهٔ یک سیگنال باینری به دو اشتراک محرمانه [2]..... ۷۳

جدول (۳-۹): حملات مورد استفاده برای آزمایش نهان نگاری مبتنی بر GA ۷۴

جدول (۳-۱۰): پارامترهای مورد استفاده برای تنظیم بلوک GA ۷۵

جدول (۳-۱۱): نتایج روش OWIA که برای مقابله با فشرده‌سازی JPEG با ضریب کیفیت ۸۰٪ طراحی شده است ۷۵

جدول (۳-۱۲): نتایج روش OWIA که برای مقابله با افزودن نویز گوسی طراحی شده است..... ۷۶

جدول (۳-۱۳): نتایج روش OWIA که برای مقابله با عبور از فیلتر میانه طراحی شده است..... ۷۶

جدول (۳-۱۴): نتایج روش OWIA که برای مقابله با برش تصویر میزبان طراحی شده است..... ۷۶

جدول (۳-۱۵): مقادیر پارامترهای بهینه‌سازی شده در روش OWGA ۷۶

جدول (۳-۱۶): نتیجهٔ حاصل از شبیه‌سازی‌ها برای الگوریتم OWGA ۷۷

جدول (۳-۱۷): مقایسهٔ روش OWGA با الگوریتم آقای Xu [22] ۷۷

جدول (۳-۱۸): پارامترهای اولیهٔ مورد استفاده برای تنظیم بلوک PSO ۷۹

جدول (۳-۱۹): نتایج حاصل از اجرای الگوریتم OWIA با استفاده از بلوک PSO ۸۰
جدول (۳-۲۰): مقایسهٔ روش OWGA مبتنی بر PSO و مقایسهٔ آن با روش آقای Xu [22] ۸۰
جدول (۴-۱): پارامترهای مورد استفاده در بلوک بهینه‌سازی GA ۸۵
جدول (۴-۲): بخش اول نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌ها و مقایسهٔ آن با روش آقای Huang [32] ۸۷
جدول (۴-۳): بخش دوم نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌ها و مقایسهٔ آن با روش آقای Huang [32] ۸۸
جدول (۴-۴): پارامترهای مورد استفاده در بلوک بهینه‌سازی GA ۹۳
جدول (۴-۵): مقادیر پارامترهای α و β در دو وضعیت نهان نگاری مقاوم و شکستنی ۹۳
جدول (۴-۶): نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌ها و مقایسهٔ آن با روش آقای Huang ۹۴

فهرست علائم و اختصارات

BELBIC	Brain Emotional Learning Based Intelligent Controller
CPSNR	Combined Peak Signal to Noise Ratio
DFT	Discrete Fourier Transform
DCT	Discrete Cosine Transform
DWT	Discrete Wavelet Transform
GA	Genetic Algorithm
GP	Genetic Programming
HVS	Human Visual System
JND	Just Noticeable Distortion
JPEG	Joint Photographic Experts Group
NC	Normalized Correlation
OWGA	Optimized Watermarking Scheme for General Attacks
OWIA	Optimized Watermarking Scheme for Intended Attacks
PSNR	Peak Signal to Noise Ratio
PSO	Particle Swarm Optimization
SSIM	Structural Similarity
SVD	Singular Value Decomposition
VSS	Visual Secret Sharing

فصل اول:

مقدمه‌ای بر نهان نگاری تصاویر

۱-۱ مقدمه

امروزه با وجود نرم افزارهای پیشرفته و گسترش دامنهٔ استفاده از سیستم‌های چند رسانه ای[1] دیجیتال، ایجاد تغییر در این محصولات و جعل کردن آنها به سادگی امکان پذیر است. در حال حاضر نرم افزارهای بسیار پیشرفته‌ای در زمینهٔ ویرایش محصولات چند رسانه‌ای تولید و عرضه شده که تشخیص محصولات اصلی را از جعلی بسیار مشکل کرده است. به خاطر قیمت زیاد بعضی از داده‌های چند رسانه ای و قابلیت کپی برداری بسیار آسان از آنها، در سال‌های اخیر روش‌هائی به نام نهان نگاری[2] ابداع شده که هدف آنها حفاظت از این قبیل محصولات در برابر خطرات احتمالی است. نهان نگاری تصویر، یعنی پنهان کردن داده‌ای خاص تحت عنوان نهان نگاره درون یک تصویر میزبان که این داده تنها با کلید خاصی قابل استخراج است و فقط فردی که نهان نگاری را انجام داده، این کلید را می‌داند. عملیات نهان نگاری بایستی به شکلی انجام شود که اضافه شدن سیگنال نهان نگاره به سیگنال میزبان، کیفیت آن را با مخاطرهٔ جدی رو به رو نسازد و از طرف دیگر، سارقین و عوامل مزاحم احتمالی نتوانند اطلاعات نهان نگاره را به سادگی از بین ببرند.

در این فصل مبانی اساسی نهان نگاری دیجیتال مانند کاربردهای آن در سیستم‌های مخابرات چند رسانه‌ای[3] و مهندسی پزشکی و نیز خواص عمومی آن بیان می‌شود. علاوه بر آن پیشینه‌ای از تحقیقاتی که تاکنون در زمینهٔ نهان نگاری تصاویر رنگی در مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌های معتبر جهان به انجام رسیده است، به اختصار معرفی می‌گردد.

۱-۲ تاریخچه

اگر واقع بینانه به متون تاریخی مراجعه کنیم در می‌یابیم که نهان نگاری اطلاعات یک دانش جدید نیست. داستان‌های موجود در تاریخ یونان باستان نشان می‌دهد که نهان نگاری در آن زمان نیز مطرح بوده است. در یونان باستان از نهان نگاری فقط برای ارتباطات مخفیانه استفاده می‌شده است. داستان‌هایی در مورد لوح‌هایی که با روغن‌های نامرئی نوشته می‌شده و بردگانی که پیغام‌ها را بر روی پوست سرشان خالکوبی می‌کرده‌اند و یا پیک‌هایی که پیغام‌ها را می‌بلعیده‌اند، همگی مؤید این مطلب هستند. در گذشته‌های دور معمولا از انسان به عنوان سیگنال میزبان استفاده می‌کرده‌اند. امروزه نهان نگاری نسبت به زمان‌های گذشته خیلی تغییر کرده و در حال حاضر به جای انسان‌ها از محصولات چند رسانه‌ای به عنوان سیگنال میزبان استفاده می‌شود [1].

---

[1] - Multimedia
[2] - Watermarking
[3] - Multimedia Communications

ساده‌ترین روشی که در ابتدا و با هدف انجام نهان نگاری بر روی تصاویر مطرح شد، قرار دادن اطلاعات نهان نگاره در کم ارزش‌ترین بیت اطلاعات شدت روشنائی تصویر بود. این روش به راحتی قابل استفاده بود، به زمان بسیار کمی برای پیاده‌سازی نیاز داشت و در عین حال از قابلیت پنهان‌سازی حجم قابل توجهی از اطلاعات برخوردار بود. به عنوان مثال در یک تصویر سطح خاکستری با ابعاد ۲۵۶×۲۵۶ پیکسل، ۸ کیلو بایت اطلاعات می‌توان ذخیره کرد. این روش تغییر بسیار نامحسوسی در تصویر ایجاد می‌کرد، ولی مشکل اساسی آن این بود که با ایجاد کوچک‌ترین تغییری در تصویر بخش اعظم اطلاعات نهان نگاره تخریب شده و در ضمن داده‌های نهان نگاری شده از امنیت کافی برخوردار نبودند [2]. در سال‌های بعد راهکارهای جدیدتری همچون الگوریتم‌های مبتنی بر طیف گسترده [3]، محاسبات فرکتالی [4] و همچنین روش‌هائی بر پایهٔ تبدیلات کسینوسی [5,6]، فوریه [7] و موجک [8-11] و نیز روش‌های ترکیبی [12] مطرح شدند. در حال حاضر هم دانشمندان مشغول تحقیق در مورد روش‌هایی هستند که بر پایهٔ سیستم بینائی انسان طراحی شده و همزمان با حفظ کیفیت تصویر نهان نگاری شده، زمان لازم برای استخراج اطلاعات نهان نگاره را نیز به حداقل برساند [9].

در استانداردهای بین المللی نیز نهان نگاری را فراموش نکرده‌اند، به عنوان نمونه استانداردهای JPEG2000 و MPEG-4 نهان نگاری را به عنوان جزئی از خود پذیرفته‌اند. خیلی از شرکت‌های نرم افزاری در محصولات خود قابلیت نهان نگاری را نیز افزوده‌اند که از جملهٔ این نرم افزارها می‌توان به Photoshop و Digimarc اشاره کرد [13,14].

۱-۳ کاربردها

نهان نگاری کاربردهای زیادی دارد و در آینده نیز به آنها افزوده خواهد شد. در این بخش تلاش شده است به برخی از مهم‌ترین کاربردهای نهان نگاری در حوزهٔ علوم مهندسی اشاره شود.

۱-۳-۱ حمایت از قانون حق کپی[1]

در حال حاضر به علت تغییر در ساختار لوازم صوتی - تصویری، اهمیت و ضرورت استفاده از تکنیک‌های نهان نگاری بیشتر احساس می‌شود. به عنوان نمونه در گذشته عکاس برای اثبات مالکیت خود بر روی یک تصویر می‌توانست نگاتیو آن را به عنوان مدرک ارائه کند ولی امروزه با وجود دوربین‌های دیجیتال، دیگر نگاتیوی برای ارائه به دادگاه وجود ندارد [13,16]. در شرایط فعلی و به منظور مبارزه با کپی برداری غیر مجاز، می‌توان سیستم‌های چند رسانه‌ای را به ابزار نهان نگاری

[1] - Copyright protection

مجهز نمود. به جرأت می‌توان گفت بیشترین استفاده از تکنیک‌های نهان نگاری و در عین حال مهم‌ترین کاربرد آنها در حوزه‌های مرتبط با قوانین حمایت از حق کپی خلاصه می‌شود. برای این منظور اطلاعاتی در مورد مالک تصویر و خریدار آن در داخل تصویر پنهان می‌شود، بدین ترتیب هم مالک تصویر می‌تواند در موقع لزوم مالکیت خود را اثبات کند و هم این که در صورت تکثیر غیر مجاز مشخص می‌شود که این عمل از روی نسخهٔ خریداری شده توسط چه شخصی انجام شده و بنا بر این مشکل ایجاد شده به لحاظ حقوقی قابل پیگیری خواهد بود [17] .

۱-۳-۲ تشخیص تغییرات ایجاد شده در تصویر

در صنایع نظامی و در هنگام ارسال تصاویر، می‌توان اطلاعاتی از تصویر اصلی را به صورت رمز در آن پنهان کرد. این اطلاعات در گیرنده استخراج شده و توسط آن تشخیص می‌دهند که آیا تغییری در تصاویر ایجاد شده است یا خیر [18]. در بعضی از موارد حتی تصاویر تغییر یافته را با کمک اطلاعات پنهان شده در آنها می‌توان بازسازی کرد [2,20]. با استفاده از نهان نگاری حتی درصورتی که در شناسنامه، کارت شناسایی، گواهینامه، روادید و مدارکی مانند آن تغییری ایجاد شده باشد می توان آن را تشخیص داد. به این شکل که در هنگام چاپ مدارک مذکور اطلاعات آنها را در پس زمینهٔ این گونه مدارک پنهان می‌کنند و در صورتی که عکس شخص، نام او و یا شمارهٔ سریال مدارک او تغییر کند، این مسأله به راحتی قابل تشخیص خواهد بود. ناگفته پیدا است که در صورت راه اندازی چنین سیستمی عملا سرقت این گونه مدارک برای سارقان هیچ ارزشی نخواهد داشت [2,13,17].

۱-۳-۳ استفاده از نهان نگاری در مهندسی پزشکی

امروزه گسترش و توسعهٔ تکنیک‌های مخابرات بدون سیم[1] سبب معرفی امکانات جدیدی نظیر درمان از راه دور[2] در حوزهٔ مهندسی پزشکی شده است. یکی از مهم‌ترین مثال‌هائی که می‌توان برای درمان از راه دور ذکر کرد، تله رادیولوژی[3] است که هدف از آن ارسال عکس‌های رادیولوژی بیمار از طریق مخابرات بدون سیم به نقاط دور دست و با هدف تشخیص مشکل از طریق پزشک معالج و یا آغاز مراحل درمانی بیمار است. تصاویر پزشکی بطور معمول دارای ابعاد بزرگی بوده و بدون کاهش میزان اطلاعات تکراری و غیر ضروری[4] ذخیره‌سازی می‌شوند. از طرف دیگر تحقیقات

---

[1] - Wireless Communications
[2] - Telemedicine
[3] - Teleradiology
[4] - Redundant