بسم اللّه الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی برق

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی فناوری اطلاعات گرایش چند رسانه ای

مطالعه روش‌های برگشت پذیر نهان نگاری تصویر و ارائه روشی جدید

مؤلف:

زهرا پاکدامن

استاد راهنما:

دکتر سعید سریزدی

استاد مشاور:

دکتر حسین نظام آبادی پور

شهریور ماه ۱۳۹۲

تقدیم به:

پدر ومادر عزیزم و برادر مهربانم

خدای را بسی شاکرم که از روی کرم پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پربار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم.

والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم، چرا که این دو وجود پس از پروردگار مایه هستی‌ام بوده‌اند، دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی پرفراز و نشیب زندگی به من آموختند.

آموزگارانی که برایم زندگی؛ بودن و انسان بودن را معنا کردند.

حال این برگ سبزی است تحفه درویش تقدیم آنان ...

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی‌شان

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است.

به پاس قلب‌های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می‌گراید.

و به پاس محبت‌های بیدریغ‌شان که هرگز فروکش نمی‌کند.

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم و برادر مهربانم تقدیم می کنم.

تشکر و قدردانی:

سپاسگذار کسانی هستم که سرآغاز تولد من هستند. از یکی زاده می‌شوم و از دیگری جاودانه. استادی که سپیدی را بر تخته سیاه زندگیم نگاشت و پدر و مادری که تار مویی از آنان به پای من سیاه نماند.

بر خود واجب می‌دانم که از زحمات بی‌دریغ و راهنمایی‌های ارزشمند استاد بزرگوار و مهربانم جناب آقای دکتر سریزدی که صبورانه چراغ راهم بودند، تشکر کنم. اینجانب علاوه بر بهره بردن از راهنمایی‌های علمی و فنی از محضر ایشان، درس چگونه زیستن را از سعه صدر و منش والای ایشان آموختم.

با سپاس و تشکر از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر نظام‌آبادی که در تدوین این پایان نامه از راهنمایی‌های ایشان بهره‌مند شدم.

از اساتید محترم سرکار خانم دکتر پورمحی‌آبادی و جناب آقای دکتر افتخاری که زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند، کمال تشکر را دارم.

چکیده:

نهان نگاری برگشت پذیر روشی برای مخفی سازی داده به صورت بدون اتلاف است. در روش‌های برگشت پذیر، بازیابی تصویر اصلی به اندازه استخراج نهان نگاره دارای اهمیّت می‌باشد. در این پایان نامه سه روش برای نهان نگاری برگشت پذیر تصاویر پیشنهاد شده است. روش‌های پیشنهادی از تبدیل‌های برگشت پذیر هادامارد و کسینوسی گسسته برای انتقال تصویر به حوزه تبدیل استفاده می‌کنند، زیرا درج در حوزه تبدیل منجر به افزایش امنیت می‌گردد. پس از انتقال تصویر اصلی، ضرایب تبدیل با استفاده از یک تخمینگر خطّی تقریب زده می‌شوند، به منظور تخمین دقیقتر ضرایب، سه روش متفاوت برای محاسبه ضرایب تابع تخمین، پیشنهاد می‌گردد. در نهایت، بیت‌های نهان نگاره در خطای حاصل از عملیات تخمین، درج خواهند شد. روش‌های پیشنهادی اوّل و دوم، در هر یک از ضرایب تبدیل یک بیت و روش پیشنهادی سوم، در هر ضریب، هشت بیت از نهان نگاره را درج خواهند کرد. در بسیاری از روش‌های برگشت پذیر برای جلوگیری از خرابی تصویر نهان نگاری شده، از نقشه بیتی استفاده می‌شود که این امر موجب کاهش ظرفیت درج خواهد شد. امّا روش‌های پیشنهادی به دلیل عدم نیاز به نقشه بیتی ظرفیت درج بالایی دارند. در مقایسه با روش‌های شناخته شده، این روش‌ها تصویری با کیفیت مطلوب تولید خواهند کرد.

کلمات کلیدی: نهان نگاری برگشت پذیر، بسط تخمین خطا، تبدیل هادامارد برگشت پذیر، تبدیل کسینوسی گسسته صحیح.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اوّل: مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه: ۱

۱-۲ نهان نگاری دیجیتال: ۲

۱-۲-۱ انواع روش‌های نهان نگاری دیجیتال: ۳

۱-۲-۲ کاربردهای نهان نگاری دیجیتال تصاویر: ۵

۱-۳ نهان نگاری برگشت پذیر: ۶

۱-۴ اهداف پایان نامه: ۸

۱-۵ ساختار پایان نامه: ۸

فصل دوم: روش‌های نهان نگاری برگشت پذیر ۹

۲-۱ مقدمه: ۹

۲-۲ انواع روش‌های نهان نگاری برگشت پذیر: ۹

۲-۲-۱ روش‌های حوزه مکان: ۱۰

۲-۲-۱-۱الگوریتم Vleeschouwer و همکاران [۳۹]: ۱۱

۲-۲-۱-۲الگوریتم Ni و همکاران [۴۰]: ۱۲

۲-۲-۱-۳الگوریتم Lin و همکاران [۴۱]: ۱۴

۲-۲-۱-۴الگوریتم Coltuc و Chassery [۴۲]: ۱۵

۲-۲-۱-۵الگوریتم Wu و همکاران [۴۳]: ۱۷

۲-۲-۲ روش‌های حوزه تبدیل: ۲۰

۲-۲-۲-۱الگوریتم Tian [۵۸]: ۲۰

۲-۲-۲-۲الگوریتم Du و همکاران [۵۹]: ۲۲

۲-۲-۲-۳الگوریتم Gao و همکاران [۶۰] : ۲۴
۲-۲-۲-۴الگوریتم Chen و Kao [۶۱] : ۲۷
۲-۲-۳ روش‌های حوزه فشرده: ۳۰
۲-۲-۳-۱الگوریتم Celik و همکاران [۶۲] : ۳۰
۲-۲-۳-۲الگوریتم Thodi و همکاران [۶۵] : ۳۱
۲-۳ نتیجه گیری: ۳۳
فصل سوم: بررسی روش‌های پیشنهادی ۳۴
۳-۱ مقدمه: ۳۴
۳-۲ مفاهیم مورد نیاز: ۳۵
۳-۲-۱ تبدیل هادامارد برگشت پذیر: ۳۵
۳-۲-۲ تبدیل DCT صحیح: ۳۷
۳-۲-۳ بسط تخمین خطا: ۳۸
۳-۲-۴ الگوریتم جستجوی گرانشی: ۴۰
۳-۲-۵ شبکه عصبی آدلاین: ۴۲
۳-۳ روش‌های جلوگیری از خرابی: ۴۴
۳-۳-۱ تابع نگاشت: ۴۴
۳-۳-۲ تشخیص بلاک‌های نرمتر: ۴۴
۳-۳-۲-۱ تفاضل پیکسل‌ها: ۴۵
۳-۳-۲-۲ محاسبه آنتروپی: ۴۵
۳-۳-۲-۳ محاسبه گرادیان: ۴۶
۳-۴ روش‌های پیشنهادی: ۴۶
۳-۴-۱ روش پیشنهادی اوّل: ۴۷

۳-۴-۱-۱ درج نهان نگاره: ۴۹
۳-۴-۱-۲ استخراج نهان نگاره و بازیابی تصویر اصلی: ۵۰
۳-۴-۲ روش پیشنهادی دوم: ۵۱
۳-۴-۲-۱ درج نهان نگاره: ۵۲
۳-۴-۲-۲ استخراج نهان نگاره و بازیابی تصویر اصلی: ۵۲
۳-۴-۳ روش پیشنهادی سوم: ۵۳
۳-۴-۳-۱ درج نهان نگاره: ۵۳
۳-۴-۳-۲ استخراج نهان نگاره و بازیابی تصویر اصلی: ۵۶
۳-۵ روش‌های تعیین ضرایب تابع تخمین: ۵۷
۳-۶ نتیجه گیری: ۵۹
فصل چهارم: آزمایش‌ها و نتایج تجربی ۶۰
۴-۱ مقدمه: ۶۰
۴-۲ معیارهای ارزیابی: ۶۰
۴-۲-۱ حداکثر نسبت سیگنال به نویز (PSNR): ۶۱
۴-۲-۲ میانگین تشابه ساختاری (MSSIM) [۶۹]: ۶۱
۴-۲-۳ ضرب همبستگی نرمال شده (NCC) [۷۰]: ۶۲
۴-۳ روش‌های مورد مقایسه: ۶۲
۴-۴ بررسی نتایج: ۶۴
۴-۴-۱ مقایسه روش‌های تعیین ضرایب تابع تخمین: ۶۵
۴-۴-۲ مقایسه روش‌های پیشنهادی: ۶۷
۴-۵ مقایسه نتایج: ۷۱
۴-۵-۱ مقایسه روش‌های مختلف براساس معیارهای ارزیابی: ۷۱

۴-۵-۲ پیچیدگی محاسباتی روش‌های مختلف: ۷۵
۴-۶ نتیجه گیری: ۷۶
فصل پنجم: جمع بندی و پیشنهادها ۷۷
۵-۱ مقدمه: ۷۷
۵-۲ جمع بندی: ۷۷
۵-۳ پیشنهادها: ۷۸

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱. درج و استخراج نهان نگاره در نهان نگاری دیجیتال ۲

شکل ۱-۲. درج و استخراج در نهان نگاری برگشت پذیر..... ۷

شکل ۲-۱. شبه کد الگوریتم Vleeschouwer ۱۱

شکل ۲-۲ بلاک بندی تصویر اصلی و درج نهان نگاره ۱۲

شکل ۲-۳. روندنمای الگوریتم Lin ۱۴

شکل ۲-۴. شبه کد الگوریتم درج نهان نگاره در روش Coltuc و Chassery..... ۱۶

شکل ۲-۵. شبه کد الگوریتم استخراج نهان نگاره و بازیابی تصویر اصلی در روش Coltuc و Chassery ۱۷

شکل ۲-۶ .روندنمای درج در الگوریتم Wu ۱۸

شکل ۲-۷. موقعیت پیکسل های همسایه ۱۸

شکل ۲-۸. روندنمای استخراج در الگوریتم Wu ۱۹

شکل ۲-۹. شبه کد الگوریتم درج نهان نگاره روش Du ۲۳

شکل ۲-۱۰. شبه کد الگوریتم استخراج نهان نگاره روش Du..... ۲۴

شکل ۲-۱۱. روندنمای الگوریتم Gao..... ۲۶

شکل ۲-۱۲. موقعیت ضرایب ۲۷

شکل ۲-۱۳. روندنمای الگوریتم Chen و Kao ۲۹

شکل ۲-۱۴. روندنمای الگوریتم Celik..... ۳۱

شکل ۳-۱ .شبکه عصبی آدلاین..... ۴۳

شکل ۳-۲. روندنمای روش پیشنهادی اوّل ۴۸

شکل ۳-۳. شبه کد الگوریتم درج نهان نگاره در روش پیشنهادی اوّل ۵۰

شکل ۳-۴. شبه کد الگوریتم استخراج نهان نگاره و بازیابی تصویر اصلی روش پیشنهادی اوّل ۵۱
شکل ۳-۵. روندنمای روش پیشنهادی سوم ۵۴
شکل ۳-۶. شبه کد الگوریتم درج نهان نگاره روش پیشنهادی سوم ۵۶
شکل ۳-۷. شبه کد الگوریتم استخراج نهان نگاره و بازیابی تصویر اصلی روش پیشنهادی سوم ۵۷
شکل ۴-۱. تصاویر ۸ بیتی سطح خاکستری ۵۱۲×۵۱۲ ..... ۶۴
شکل ۴-۲. مقایسه روش‌های مختلف تخمین ضرایب تابع تخمین ۶۶
شکل ۴-۳ کیفیت تصاویر نهان نگاری شده در روش پیشنهادی اوّل ۶۷
شکل ۴-۴ کیفیت تصاویر نهان نگاری شده در روش پیشنهادی دوم ۶۸
شکل ۴-۵ کیفیت تصاویر نهان نگاری شده در روش پیشنهادی سوم ۶۹
شکل ۴-۶ مقایسه کیفیت تصویر نهان نگاری شده در روش‌های پیشنهادی ۷۰
شکل ۴-۷ نمایش کیفیت تصاویر نهان نگاری شده ۷۲
شکل ۴-۸ مقایسه کیفیت تصویر نهان نگاری شده در روش‌های مختلف ۷۳

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول۴-۱. پارامترهای استفاده شده در روش‌های پیشنهادی ۶۵
جدول ۴-۲. مقایسه روش‌های مختلف براساس NCC و MSSIM ۷۵
جدول ۴-۳. مقایسه مرتبه اجرایی روش‌های مختلف ۷۵

فصل اوّل: مقدمه

۱-۱ مقدمه:

نهان نگاری دیجیتال[1] روشی برای مخفی سازی داده است که امنیت داده‌های چند رسانه ای[2] را تضمین می‌کند. در این روش‌ها یک نهان نگاره[3] (که می‌تواند تصویر یا داده دیجیتال باشد) درون یک محتوای دیجیتال ذخیره می‌شود. در روش‌های نهان نگاری دیجیتال، فقط نهان نگاره دارای اهمیّت است. امّا در برخی کاربردهای خاص، مثل سیستم‌های تصویرپردازی نظامی و پزشکی یا کاربردهای قضایی، علاوه بر نهان نگاره، بازیابی تصویر اصلی[4] هم از اهمیّت زیادی برخوردار است. برای این منظور پس از استخراج[5] نهان نگاره بایستی تصویر اصلی بازیابی شود به گونه ای که این تصویر با تصویر میزبان، بیت به بیت و پیکسل به پیکسل معادل باشد. در این فصل ابتدا به معرفی نهان نگاری دیجیتال می‌پردازیم و برخی از دسته بندی‌های روش‌های مختلف نهان نگاری دیجیتال را بررسی می‌کنیم. سپس بعضی از کاربردهای آن را معرفی کرده و در نهایت به بحث در مورد نهان نگاری برگشت پذیر[6] دیجیتال خواهیم پرداخت.

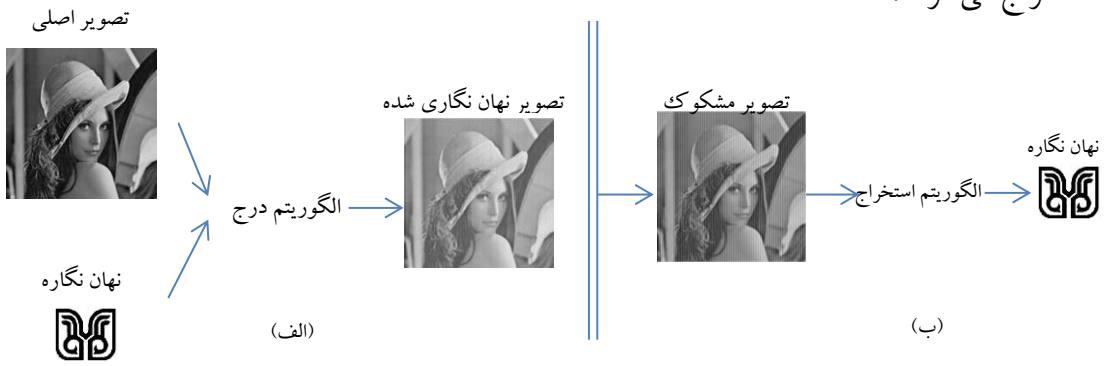
---

[1] Digital watermarking
[2] Multimedia
[3] Watermark
[4] Original image
[5] Extraction
[6] Reversible watermarking

۱-۲ نهان نگاری دیجیتال:

در سال‌های اخیر رشد چشمگیر شبکه‌های کامپیوتری موجب تسهیل در انتشار داده‌های چند رسانه‌ای مثل تصویر، ویدئو، صدا و ... شده است. داده‌های چند رسانه ای می‌توانند به آسانی کپی شده و بدون موافقت مالک در اینترنت منتشر شوند. راه‌های متفاوتی برای جلوگیری از وقوع این مشکلات وجود دارد، یکی از این روش‌ها، نهان نگاری دیجیتال می‌باشد. در این روش‌ها یک نهان نگاره (که می‌تواند علامت تجاری[۱]، امضای دیجیتال[۲] و ... باشد) درون تصویر میزبان درج شده و تصویر نهان نگاری شده[۳] به دست می‌آید. سپس این تصویر می‌تواند منتشر گردد. به این ترتیب مالک تصویر می‌تواند تصویر مشکوک را به وسیله بازیابی نهان نگاره از تصویر نهان نگاری شده، اثبات کند. هدف اصلی نهان نگاری دیجیتال، درج[۴] اطلاعات نهان نگاره به صورت نامرئی و مقاوم، در محتوای دیجیتال است. واژه نهان نگاره، اوّلین بار توسّط آقای Trikel در سال ۱۹۹۳ به کار برده شد[۱].

نهان نگاری دیجیتال از دو مرحله درج و استخراج نهان نگاره تشکیل شده است [۱]. همانطور که شکل ۱-۱ نشان می‌دهد، در مرحله درج، نهان نگاره در تصویر میزبان جاسازی شده و تصویر نهان نگاری شده به دست خواهد آمد. در مرحله استخراج نیز نهان نگاره از تصویر نهان نگاری شده استخراج می‌گردد.



شکل ۱-۱. درج و استخراج نهان نگاره در نهان نگاری دیجیتال.(الف)مرحله درج نهان نگاره. (ب)مرحله استخراج نهان نگاره

[1] Logo
[2] Digital signature
[3] Watermarked image
[4] Embedding

۱-۲-۱ انواع روش‌های نهان نگاری دیجیتال:

دسته بندی‌های متفاوتی برای روش‌های مختلف نهان نگاری دیجیتال وجود دارد. در این بخش سه نمونه از دسته بندی‌های موجود را معرفی می‌کنیم. یکی از این دسته بندی‌ها براساس نوع نهان نگاره قابل درج در محتوای دیجیتال می‌باشد.

نهان نگاره مرئی[۱]:

نهان نگاره‌های مرئی، از مفهوم علامت‌های تجاری گرفته شده اند. چنین نهان نگاره‌هایی فقط برای تصاویر قابل استفاده هستند. این روش‌ها، نهان نگاره را به صورت شفاف درون تصویر کار می‌گذارند، یعنی بخشی از تصویر میزبان که پشت نهان نگاره قرار گرفته است، حذف نخواهد شد.

نهان نگاره نامرئی[۲]:

این نوع نهان نگاره در محتوای دیجیتال مخفی می‌شود و فقط توسّط کاربر مجاز قابل بازیابی است. چنین روش‌هایی برای سندیت محتوا[۳]، تایید مالکیت[۴] و آشکارسازی کپی‌های غیر مجاز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

دسته بندی دیگری که برای روش‌های مختلف نهان نگاری دیجیتال وجود دارد، براساس داده مورد نیاز برای استخراج نهان نگاره می‌باشد.

نهان نگاری غیر کور[۵]:

در این روش‌ها برای استخراج نهان نگاره به تصویر اصلی نیاز است.

---

[1] Visible watermark
[2] Invisible watermark
[3] Content authentication
[4] Verification of ownership
[5] Non-blind watermarking

نهان نگاری نیمه کور[1]:

این روش‌ها برای استخراج نهان نگاره، به داده‌ها و پارامترهایی که هنگام درج نهان نگاره استفاده می‌شود، نیاز دارند.

نهان نگاری کور[2]:

این روش‌ها به تصویر اصلی، داده یا پارامتر خاصی برای استخراج نهان نگاره نیاز ندارند. به همین دلیل، این دسته نسبت به روش‌های دیگر، توجّه بیشتری را به خود جلب کرده است. در این روش‌ها برخی از پیکسل‌ها بعد از درج نهان نگاره، به طور دائمی تغییر خواهند کرد، یعنی بعد از استخراج نهان نگاره، نمی‌توان تصویر اصلی را دقیقاً بازیابی کرد.

سومین دسته بندی براساس میزان مقاومت نهان نگاره در برابر حملات عمد یا غیر عمد می‌باشد:

نهان نگاری مقاوم[3]:

این روش‌ها به طور کلی برای حفاظت حق تالیف[4] و تایید مالکیت استفاده می‌شوند، چون در برابر بسیاری از عملیات پردازش تصویر مقاومت می‌کنند.

نهان نگاری شکننده[5]:

به دلیل اینکه در این روش‌ها، نهان نگاره بعد از وقوع حمله تخریب می‌شود، از آنها در کاربردهایی مثل سندیت محتوا و احراز هویت[6] استفاده می‌شود.

[1] Semi-blind watermarking
[2] Blind watermarking
[3] Robust watermarking
[4] Copyright protection
[5] Fragile watermarking
[6] Integrity identification

نهان نگاری نیمه شکننده[1]:

این روش‌ها اجازه تغییرات غیر بدخواهانه را می‌دهند ولی در برابر حملات بدخواهانه شکننده هستند. به طورکلی ممکن است محتوای دیجیتال توسّط عملیات پردازش تصویر مثل فشرده سازی، به طور جزئی دستکاری شود، که این عملیات به عنوان تغییرات غیرعمد در نظر گرفته می‌شوند امّا در تغییرات بدخواهانه محتوای دیجیتال به گونه ای تغییر می‌کند که معنای آن عوض خواهد شد.

۱-۲-۲ کاربردهای نهان نگاری دیجیتال تصاویر:

کاربردهای متفاوتی برای نهان نگاری دیجیتال تصاویر وجود دارد که از میان آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

اثر انگشت[2]:

اثر انگشت، اطلاعاتی در مورد گیرنده مجاز در تصویر درج می‌کند. این عملیات شامل درج نهان نگاره متفاوت در هر یک از تصاویر توزیع شده می‌باشد و به مالک تصاویر اجازه می‌دهد تا تصاویری را که به صورت غیرمجاز به دست آمده اند، شناسایی کند. در واقع اطلاعات منحصر به فرد وابسته به هر کپی توزیع شده از تصویر، اثرانگشت نامیده می‌شود و نهان نگاری دیجیتال یک راه حل مناسب برای این نوع از کاربردها می‌باشد، چون نهان نگاره، نامرئی بوده و قابل تفکیک از تصویر نیست.

آشکارسازی جعل:

برای آشکارسازی جعل از نهان نگاره‌های شکننده استفاده می‌شود. در صورت تخریب یا از بین رفتن نهان نگاره، می‌توان تشخیص داد که محتوای دیجیتال دستکاری شده و قابل اعتماد نمی‌باشد.

سندیت محتوا و تصاویر:

[1] Semi-fragile watermarking
[2] Finger print

در کاربردهای سندیت محتوا، هدف آشکارسازی تغییرات داده است. برای تشخیص این تغییرات می‌توان از امضای دیجیتال استفاده کرد. به عبارت دیگر در این کاربردها نهان نگاره قابل درج، امضای دیجیتال می‌باشد. امضای دیجیتال در اصل خلاصه ای از محتوا را بیان می‌کند. اگر هر بخش از محتوا تغییر کند، خلاصه (یعنی امضای دیجیتال) آن نیز تغییر خواهد کرد و به این ترتیب می‌توان دستکاری غیر مجاز را در محتوای دیجیتال تشخیص داد.

کاربردهای پزشکی:

گزارش‌های پزشکی نقش بسیار مهمی در درمان بیماران ایفا می‌کنند. وقوع هر گونه اشتباه در این گزارش‌های می‌تواند فاجعه بار باشد. یکی از کارهایی که می‌توان در این زمینه انجام داد، نوشتن اسامی بیماران روی عکس‌های رادیوگرافی یا اسکن‌های MRI، با استفاده از روش‌های نهان نگاری مرئی است. از طرف دیگر برای تضمین امنیت ارتباطات ویدئو کنفرانس بین مراکز درمانی، می‌توان از روش‌های نهان نگاری برگشت پذیر استفاده کرد که این روش‌ها در بخش بعد مورد بحث قرار خواهند گرفت.

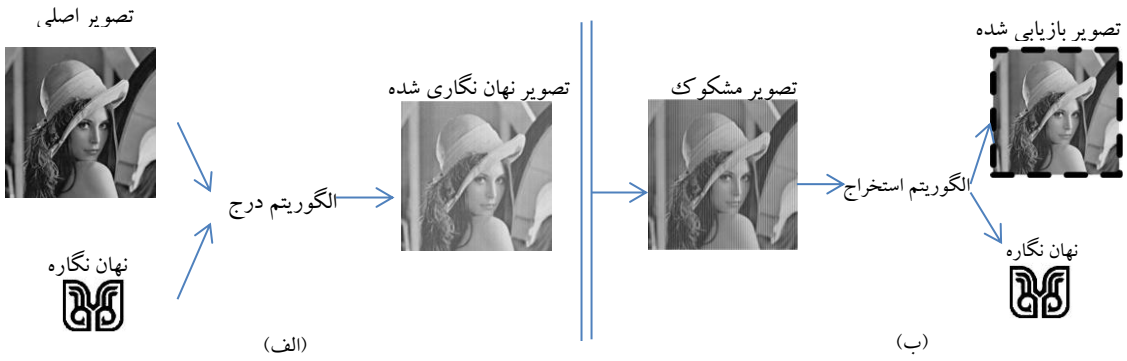
۱-۳ نهان نگاری برگشت پذیر:

برخی کاربردهای خاص مثل سیستم‌های تصویربرداری نظامی و پزشکی یا کاربردهای قضایی نیاز دارند تا تصویر اصلی و نهان نگاره به دقّت بازیابی شوند. امّا همانطور که پیش از این اشاره شد، روش‌های نهان نگاری دیجیتال قادر به بازیابی دقیق تصویر اصلی نیستند [۲]، بنابراین بایستی از روش‌های نهان نگاری برگشت پذیر برای این کاربردها استفاده کرد. در این روش‌ها بعد از استخراج نهان نگاره، تصویر اصلی می‌تواند بدون تغییر از تصویر نهان نگاری شده بازیابی شود، به طوری که تصویر بازیابی شده با تصویر اصلی، بیت به بیت و پیکسل به پیکسل مشابه است.

نهان نگاری برگشت پذیر به عنوان دسته ای از نهان نگاری دیجیتال، از دو مرحله درج و استخراج تشکیل شده است[۱]. درج نهان نگاره در روش‌های نهان نگاری برگشت پذیر معادل با

مرحله درج در روش‌های نهان نگاری دیجیتال است. در مرحله استخراج، علاوه بر بازیابی نهان نگاره، تصویر اصلی هم استخراج خواهد شد به گونه ای که تصویر بازیابی شده با تصویر میزبان اصلی کاملاً معادل است. این توضیحات در شکل ۱-۲ قابل مشاهده است.

روش‌های نهان نگاری برگشت پذیر، روش‌های کوری هستند که اغلب از نهان نگاره نامرئی استفاده می‌کنند. این روش‌ها به دلیل بازیابی دقیق تصویر اصلی، به داده بیشتری برای درج به همراه نهان نگاره نیاز دارند. به همین علّت روش‌های نهان نگاری برگشت پذیر بایستی ظرفیت درج (تعداد بیت‌های قابل درج در تصویر، ظرفیت نامیده می‌شود.) بیشتری نسبت به روش‌های نهان نگاری دیجیتال داشته باشند.



شکل ۱-۲. درج و استخراج در نهان نگاری برگشت پذیر. (الف) مرحله درج نهان نگاره. (ب) مرحله استخراج نهان نگاره و بازیابی تصویر اصلی.

درج نهان نگاره در تصویر اصلی ممکن است موجب ایجاد مقادیر نامعتبر برای پیکسل‌ها شود. بروز سرریز بالایی[1] و سرریز پایینی[2] یکی از عواملی است که موجب خرابی[3] تصویر خواهد شد. برای مثال در یک تصویر سطح خاکستری ۸ بیتی، اگر مقدار یک پیکسل از کران بالای مقادیر پیکسل‌ها (یعنی ۲۵۵) بیشتر شود، سرریز بالایی رخ می‌دهد و در صورتی که مقدار یک پیکسل کمتر از کران پایین مقادیر پیکسل‌ها (یعنی صفر) باشد، سرریز پایینی اتفاق می‌افتد.

[1] Overflow
[2] Underflow
[3] Distortion

برای اینکه تصویر نهان نگاری شده کیفیت بهتری داشته باشد، بایستی خرابی حاصل از عملیات درج کمینه شود. امّا در صورتی که ظرفیت درج افزایش یابد، میزان خرابی ایجاد شده در تصویر هم افزایش خواهد یافت. به این ترتیب بایستی تعادل مناسبی بین این دو نیاز نهان نگاری برگشت پذیر (ظرفیت درج بالا و میزان خرابی پایین) برقرار کرد.

۱-٤ اهداف پایان نامه:

همان گونه که ذکر گردید، در سال‌های اخیر روش‌های نهان نگاری برگشت پذیر توجّه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. امّا برآوردن نیازهایی مثل ظرفیت درج بالا و میزان خرابی پایین، ارائه روش‌های کارامد و جدید را در این زمینه با چالش رو به رو کرده است. هدف، ارائه روشی است که تعادل مناسبی بین ظرفیت و خرابی برقرار کند و از طرف دیگر از امنیت بالایی برخوردار باشد. برای این منظور روش‌هایی پیشنهاد شده است که برای صرفه جویی در ظرفیت درج، از نقشه بیتی استفاده نمی‌کنند و برای افزایش امنیت، نهان نگاره، در حوزه تبدیل درج می‌گردد. از آنجایی که در این روش‌ها بازیابی تصویر اصلی حائز اهمیّت است، نهان نگاره در خطای تخمین، درج خواهد شد و به این ترتیب مقدار اصلی پیکسل‌ها تغییر نخواهد کرد.

۱-۵ ساختار پایان نامه:

ادامه پایان نامه به این صورت سازمان دهی می‌شود که در فصل دوم، تعدادی از روش‌های نهان نگاری برگشت پذیر بررسی خواهد شد. در فصل سوم ابتدا تبدیل هادامارد برگشت پذیر، تبدیل DCT صحیح، بسط تخمین خطا، الگوریتم جستجوی گرانشی و شبکه عصبی آدلاین معرفی شده، سپس روش‌های پیشنهاد شده به تفضیل توضیح داده می‌شوند. در فصل چهارم نتایج تجربی حاصل از مقایسه روش‌های پیشنهادی با تعدادی از روش‌های برگشت پذیر شناخته شده، تحلیل خواهد شد. جمع بندی آنچه در این پایان نامه ذکر شد و پیشنهادهایی برای بهبود روش‌های ارائه شده در فصل پنجم بیان می‌شود.