بسم الله الرّحمن الرّحيم

دانشکده فنی و مهندسی
بخش مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کامپیوتر

گرایش هوش مصنوعی

بهبود کارایی واترمارکینگ شکننده برگشت‌پذیر با استفاده از روش‌های هوشمند

مؤلف:
مهسا افشاری زاده

استاد راهنما:
دکتر مجید محمدی

استاد مشاور:
دکتر علی اکبر نیک نفس

شهریور ۱۳۹۲

این پایان‌نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی کامپیوتر

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچ‌گونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی‌شود.

دانشجو: مهسا افشاری زاده

استاد راهنما: جناب آقای دکتر مجید محمدی

استاد مشاور: جناب آقای دکتر علی اکبر نیک نفس

داور ۱: جناب آقای دکتر وحید ستاری نائینی

داور۲: جناب آقای دکتر مهدی افتخاری

نماینده‌ی تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع: سرکار خانم فاطمه افسری

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده: سرکار خانم دکتر احتشام زاده

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به:

عزیزانم،

به پدرم که نمی‌دانم از بزرگی‌اش بگویم یا مردانگی، سخاوت، سکوت یا مهربانی. پدرم تمام زندگیست، دلخوشی همیشگیست.

به مادرم، آنکه آفتاب مهرش در آستانه‌ی قلبم، تا زنده‌ام پابرجاست و هرگز غروب نخواهد کرد.

این دو معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من قلم عفو کشیده و در سختی‌ها و دشواری‌های زندگی، همواره یاوری دلسوز و فداکار و پشتیبانی محکم و مطمئن برایم بوده‌اند.

تشکر و قدردانی

با سپس فراوان از استاد راهنمای فرهیخته‌ام، جناب آقای دکتر مجید محمدی، که در طول مدت انجام این پایان‌نامه از رهنمودهای علمی و اخلاقی ایشان، بهره‌مند شدم و بدون راهنمایی‌های بی‌چشمداشت ایشان، تامین این پایان‌نامه بسیار مشکل می‌نمود و درگاه خداوند بزرگ را شاکرم که افتخار شاگردی ایشان را نصیبم نمود.

همچنین از استاد مشاور گرامی، جناب آقای دکتر علی‌اکبر نیک‌نفس به دلیل یاری‌ها و راهنمایی‌های ارزنده‌شان بسیار سپاسگزارم.

چکیده

واترمارکینگ به معنای پنهان کردن داده‌ها در یک رسانه مانند تصویر، صدا یا ویدئو می‌باشد. واترمارکینگ تصاویر دیجیتال، عمل پنهان کردن داده‌ها در تصاویر دیجیتال را با اهداف متفاوتی مانند حفاظت حق کپی‌رایت، تصدیق اصالت محتوا، اثر انگشت و... انجام می‌دهد. واترمارکینگ برگشت‌پذیر گونه‌ای از واترمارکینگ است که در آن امکان بازیابی محتوای اصلی پس از استخراج واترمارک وجود دارد. یکی از کاربردهای مهم واترمارکینگ، تصدیق اصالت محتوا است. برای این هدف از روش‌های واترمارکینگ شکننده استفاده می‌شود که واترمارک جاسازی شده در آن‌ها باید در برابر دستکاری در تصویر، تخریب شود.

در این پایان‌نامه از طریق رفع اشکالات برخی از روش‌های موجود، استفاده از معیارهای جدید و استفاده از روش‌های هوشمند همچون مجموعه‌های فازی و شبکه‌های عصبی مصنوعی به بهبود روشهای پیشین می‌پردازیم. از میان پنج روش پیشنهادی، سه روش پیشنهادی اول در زمینه‌ی روش های مبتنی بر عملیات پیش‌بینی هستند، روش پیشنهادی چهارم در زمینه‌ی روش‌های گسترش اختلاف و روش پیشنهادی پنجم نیز در زمینه‌ی روش‌های گسترش اختلاف دو بعدی در دامنه‌ی تبدیل می‌باشد.

روش پیشنهادی اول، مشکل موجود در یک روش مرتب‌سازی را کشف نموده و به ارائه‌ی معیاری جدید و کارامد برای مرتب‌سازی می‌پردازد. روش پیشنهادی دوم و سوم عملیات پیش‌بینی از طریق شبکه‌های عصبی را به ترتیب، جایگزین استفاده از روش‌های پیش‌بینی از طریق میانگین گیری و عملیات منطقی مختصاتی می‌نماید. روش پیشنهادی چهارم با ارائه‌ی یک پیش‌پردازش در روش جاسازی چندلایه‌ی گسترش اختلاف در تصاویر رنگی، منجر به بهبود نتایج می‌شود. روش پیشنهادی پنجم، ابتدا به ارائه‌ی یک طرح جدید از جاسازی می‌پردازد و سپس از مجموعه‌های فازی برای انجام عملیات کنترل تحریف استفاده می‌نماید.

کلمات کلیدی: واترمارکینگ، برگشت‌پذیر، شکننده، گسترش اختلاف، پیش‌بینی، تصدیق اصالت محتوا، فازی، شبکه‌ی عصبی مصنوعی

فهرست مطالب

فصل اول: اهداف و ضرورت تحقیق

۱.۱- پیش زمینه ۲

۲.۱- صورت مسئله ۲

۳.۱- اهداف ۵

۴.۱- مروری بر فصل‌های پایان‌نامه ۵

فصل دوم: مروری بر مطالعات انجام شده

۱.۲- مروری بر واترمارکینگ برگشت‌پذیر شکننده‌ی تصاویر دیجیتال ۷

۱.۱.۲- مقدمه ۷

۲.۱.۲- سیر تاریخی واترمارکینگ ۸

۳.۱.۲- کاربردهای واترمارکینگ ۸

۴.۱.۲- ویژگی‌های واترمارکینگ ۹

۵.۱.۲- طبقه‌بندی روش‌های واترمارکینگ ۱۱

۱.۵.۱.۲- طبقه‌بندی بر مبنای میزان مقاومت در برابر حمله‌ها ۱۱

۲.۵.۱.۲- طبقه‌بندی بر مبنای مشاهده‌پذیری واترمارک ۱۱

۳.۵.۱.۲- طبقه‌بندی بر مبنای نحوه‌ی استخراج واترمارک ۱۲

۴.۵.۱.۲- طبقه‌بندی بر مبنای حوزه‌ی جاسازی واترمارک ۱۲
۵.۵.۱.۲- طبقه‌بندی بر مبنای امکان بازیابی تصویر اصلی ۱۳
۶.۱.۲- مراحل اساسی واترمارکینگ ۱۳
۲.۲- روش‌های مورد استفاده در الگوریتم‌های واترمارکینگ برگشت‌پذیر ۱۳
۳.۲- پیشینه‌ی تحقیق ۱۴
۱.۳.۲- روش گسترش اختلاف برای زوج پیکسل‌ها ۱۴
۱.۱.۳.۲- عملیات جاسازی برگشت‌پذیر ۱۷
۲.۱.۳.۲-عملیات استخراج واترمارک و بازیابی مقادیر اصلی ۱۸
۳.۱.۳.۲- برتری مناطق هموار تصویر در روش گسترش اختلاف ۱۹
۲.۳.۲- روش گسترش اختلاف دو بعدی در واترمارکینگ برگشت‌پذیر شکننده ۲۰
۱.۲.۳.۲- عملیات جاسازی برگشت‌پذیر ۲۱
۲.۲.۳.۲- عملیات استخراج واترمارک و بازیابی مقادیر اصلی ۲۲
۳.۳.۲- واترمارکینگ برگشت‌پذیر از طریق روش تغییر هیستوگرام ۲۳
۱.۳.۳.۲- عملیات جاسازی برگشت‌پذیر ۲۳
۱.۱.۳.۳.۲- عملیات جاسازی با یک جفت نقاط مینیمم و ماکزیمم ۲۳
۲.۱.۳.۳.۲- عملیات جاسازی با چندین جفت نقاط مینیمم و ماکزیمم ۲۴
۲.۳.۳.۲- عملیات استخراج و بازیابی مقادیر اصلی ۲۶
۴.۳.۲- واترمارکینگ برگشت‌پذیر با روش تبدیل موجک صحیح ۲۷

۱.۴.۳.۲- مراحل لازم پیش از شروع جاسازی ۲۷
۲.۴.۳.۲- عملیات جاسازی برگشت‌پذیر ۲۸
۱.۲.۴.۳.۲- عملیات جاسازی در تصاویر رنگی ۲۸
۳.۴.۳.۲- عملیات استخراج و بازیابی مقادیر اصلی ۲۸
۵.۳.۲- واترمارکینگ برگشت‌پذیر و شکننده بر اساس تبدیل DCT ۲۹
۱.۵.۳.۲- عملیات جاسازی برگشت‌پذیر ۳۰
۲.۵.۳.۲-عملیات استخراج واترمارک و بازیابی مقادیر اصلی ۳۱
۶.۳.۲- واترمارکینگ برگشت‌پذیر مبتنی بر پیش‌بینی و مرتب‌سازی ۳۲
۱.۶.۳.۲- عملیات جاسازی برگشت‌پذیر در روش پیش‌بینی لوزی ۳۲
۲.۶.۳.۲- عملیات استخراج و بازیابی مقادیر اصلی در روش پیش‌بینی لوزی ۳۳
۳.۶.۳.۲- عملیات شیفت هیستوگرام ۳۴
۴.۶.۳.۲- روش مرتب‌سازی ۳۴
۷.۳.۲- واترمارکینگ برگشت‌پذیر شکننده مبتنی بر پیش‌بینی با عملیات منطقی مختصاتی ۳۵
۱.۷.۳.۲- عملیات منطقی مختصاتی ۳۵
۲.۷.۳.۲- عملیات پیش‌بینی با استفاده از رابطه‌ی میان پیکسل‌های همسایه ۳۷
۳.۷.۳.۲- عملیات جاسازی برگشت‌پذیر ۳۷
۴.۷.۳.۲- عملیات استخراج و بازیابی مقادیر اصلی ۴۰
۴.۲- مروری بر روش‌های هوشمند ۴۲

۱.۴.۲- کلیاتی بر منطق و مجموعه‌های فازی ۴۲

۲.۴.۲- شبکه‌های عصبی مصنوعی ۴۴

فصل سوم: روش‌های پیشنهادی

۱.۳- مقدمه ۵۰

۲.۳- ارائه‌ی یک معیار مرتب‌سازی جدید در روش مبتنی بر پیش‌بینی ۵۲

۳.۳- استفاده از شبکه‌ی عصبی در روش مبتنی بر پیش‌بینی اول ۵۴

۴.۳- استفاده از شبکه‌ی عصبی در روش مبتنی بر پیش‌بینی دوم ۵۷

۵.۳- ارائه‌ی پیش‌پردازش در روش جاسازی چندلایه‌ی گسترش اختلاف ۵۸

۶.۳- طرح جدید جاسازی در روش گسترش اختلاف دو بعدی و ترکیب با روش فازی ۶۱

فصل چهارم: نتایج آزمایش‌ها

۱.۴- مقدمه ۶۹

۲.۴- نتایج حاصل از روش پیشنهادی اول ۷۱

۳.۴- نتایج حاصل از روش پیشنهادی دوم ۷۷

۴.۴- نتایج حاصل از روش پیشنهادی سوم ۸۳

۵.۴- نتایج حاصل از روش پیشنهادی چهارم ۸۹

۶.۴- نتایج حاصل از روش پیشنهادی پنجم ۹۳

۷.۴- مقایسه‌ی روش‌های پیشنهادی ۹۶

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱.۵- مقدمه ۹۹

۲.۵- نتیجه‌گیری ۹۹

۳.۵- پیشنهادات ۱۰۰

مراجع ۱۰۲

پیوست (الف): واژه‌نامه ۱۰۷

پیوست (ب): مقالات چاپ شده مستخرج از پایان نامه ۱۱۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱: عملیات جاسازی از طریق گسترش اختلاف ۱۵

شکل ۲-۲: عملیات استخراج در روش گسترش اختلاف ۱۶

شکل ۲-۳: ساختار روال جاسازی در روش گسترش اختلاف دو بعدی ۲۲

شکل ۲-۴: ساختار روال جاسازی در روش شیفت هیستوگرام ۲۵

شکل ۲-۵: ساختار روال استخراج در روش شیفت هیستوگرام ۲۶

شکل ۲-۶: بلوک‌بندی تصویر و اعمال موجک به هر بلوک ۲۷

شکل ۲-۷: ترتیب پیمایش زیگزاگ ۳۰

شکل ۲-۸: مکان پیکسل‌های متعلق به مجموعه‌ی ضربدر و دایره ۳۳

شکل ۲-۹: ساختار روال جاسازی در روش عملیات منطقی مختصاتی ۳۷

شکل ۲-۱۰: مکان پیکسل‌های پایه، نوع اول، دوم و سوم ۳۸

شکل ۲-۱۱: شبه‌کد جاسازی در روش عملیات منطقی مختصاتی ۴۰

شکل ۲-۱۲: شبه‌کد استخراج در روش عملیات منطقی مختصاتی ۴۱

شکل۲-۱۳: نمایش تابع عضویت $\mu(x)$ ۴۴

شکل ۲-۱۴: نمایش یک نرون شبکه‌ی عصبی مصنوعی ۴۵

شکل ۲-۱۵: سه نمونه از توابع فعال‌سازی در شبکه‌های مصنوعی ۴۶

شکل ۲-۱۶: یک شبکه‌ی عصبی ساده ۴۷

شکل ۲-۱۷: شبکه‌ی عصبی پس‌انتشار خطا ۴۷

شکل ۳-۱: نمایش سلول هموار b و ناهموار a..... ۵۲

شکل ۳-۲: ناحیه‌ی همسایگی ۷ × ۵ اطراف پیکسل ۵۳

شکل ۳-۳: تابع فعال‌سازی سیگموید ۵۵

شکل ۳-۴: ساختار شبکه‌ی عصبی پس‌انتشار خطای پیشنهادی..... ۵۷

شکل ۳-۵: ساختار روال جاسازی در روش پیشنهادی پنجم ۶۴

شکل ۳-۶: توابع عضویت فازی برای تقسیم‌بندی تصویر..... ۶۶

شکل ۳-۷: تقسیم‌بندی تصویر لنا با استفاده از روش فازی..... ۶۷

شکل ۴-۱: تصاویر سطح خاکستری مورد استفاده قرار گرفته در آزمایش‌ها..... ۷۰

شکل ۴-۲: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی اول و ساچنو برای لنا در ظرفیت بالا..... ۷۲

شکل ۴-۳: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی اول و ساچنو برای میمون در ظرفیت بالا..... ۷۲

شکل ۴-۴: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی اول و ساچنو برای هواپیما در ظرفیت بالا ... ۷۳

شکل ۴-۵: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی اول و ساچنو برای باربارا در ظرفیت بالا ۷۳

شکل ۴-۶: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی اول و ساچنو برای لنا در ظرفیت پایین ۷۴

شکل ۴-۷: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی اول و ساچنو برای میمون در ظرفیت پایین.. ۷۴

شکل ۴-۸: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی اول و ساچنو برای هواپیما در ظرفیت پایین ۷۵

شکل ۴-۹: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی اول و ساچنو برای باربارا در ظرفیت پایین .. ۷۵

شکل ۴-۱۰: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی دوم با سایر روش‌ها برای لنا ۸۰

شکل ۴-۱۱: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی دوم با سایر روش‌ها برای میمون..... ۸۰

شکل ۴-۱۲: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی دوم با سایر روش‌ها برای هواپیما..... ۸۱

شکل ۴-۱۳: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی دوم با سایر روش‌ها برای باربارا ۸۱

شکل ۴-۱۴: نتایج جاسازی در تصویر لنا..... ۸۲

شکل ۴-۱۵: نتایج جاسازی در تصویر میمون..... ۸۳

شکل۴-۱۶: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی سوم با سایر روش‌ها برای لنا..... ۸۶

شکل۴-۱۷: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی سوم با سایر روش‌ها برای میمون ۸۶

شکل۴-۱۸: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی سوم با سایر روش‌ها برای هواپیما..... ۸۷

شکل۴-۱۹: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی سوم با سایر روش‌ها برای قایق ۸۷

شکل۴-۲۰: نتایج کیفیت به ظرفیت برای تصاویر آزمایشی لنا، میمون، هواپیما و قایق ۸۸

شکل۴-۲۱: اثر مقادیر آستانه‌ی مختلف برای جاسازی در لنا در روش پیشنهادی سوم..... ۸۹

شکل ۴-۲۲: نتایج کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی چهارم برای لنا و میمون رنگی ۹۲

شکل ۴-۲۳: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی چهارم و تیان برای لنا ۹۲

شکل ۴-۲۴: مقایسه‌ی تاثیر کنترل تحریف روش پیشنهادی پنجم برای لنا ۹۵

شکل ۴-۲۵: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش پیشنهادی پنجم و ال-قرشی برای لنا ۹۶

شکل ۴-۲۶: مقایسه‌ی کیفیت به ظرفیت روش‌های پیشنهادی برای لنا ۹۷

فهرست جدول‌ها

جدول(۴-۱): مقایسه‌ی مقادیر PSNR(dB) روش پیشنهادی اول با سایر روش‌ها برای لنا.....۷۶

جدول(۴-۲) مقایسه‌ی مقادیر PSNR(dB) روش پیشنهادی اول با ساچنو برای لنا ۷۶

جدول(۴-۳): مقایسه‌ی مقادیر PSNR(dB) روش پیشنهادی دوم با سایر روش‌ها برای لنا ۷۸

جدول(۴-۴): مقایسه‌ی حداکثر ظرفیت روش پیشنهادی دوم و ساچنو.....۷۹

جدول(۴-۵): نتایج جاسازی روش پیشنهادی دوم با مقادیر آستانه‌ی مختلف ۷۹

جدول(۴-۶): مقایسه‌ی حداکثرظرفیت روش پیشنهادی سوم با مقادیر آستانه‌ی مختلف ۸۴

جدول(۴-۷): بهبود مقادیر PSNR(dB) روش پیشنهادی سوم نسبت به سایر روش‌ها ۸۵

جدول(۴-۸): نتایج جاسازی روش پیشنهادی سوم با مقادیر آستانه‌ی مختلف.....۸۵

جدول(۴-۹): نتایج جاسازی روش پیشنهادی چهارم برای لنای رنگی ۹۰

جدول(۴-۱۰): نتایج جاسازی روش پیشنهادی چهارم برای میمون رنگی ۹۰

جدول(۴-۱۱): مقایسه‌ی روش پیشنهادی چهارم و تیان برای لنای سطح خاکستری ۹۱

جدول(۴-۱۲): اثر کنترل تحریف بر نتایج جاسازی روش پیشنهادی پنجم ۹۴

جدول(۴-۱۳): مقایسه‌ی حداکثر ظرفیت جاسازی روش پیشنهادی پنجم و سایر روش‌ها ۹۵

فصل اول:

اهداف و ضرورت تحقیق

۱.۱- پیش زمینه

در جهان امروز روزانه حجم بالایی از داده‌های دیجیتال تولید می‌شوند. نیاز بشر برای تولید، نگهداری و همچنین اصلاح و امکان ایجاد تغییرات در این داده‌ها از طریق انواع روش‌های تولید، ذخیره‌سازی و دستکاری داده‌های دیجیتال پاسخ داده شده است. تصاویر دیجیتال یکی از رایج‌ترین انواع داده‌های دیجیتال هستند. سهولت دستکاری تصاویر دیجیتال از طریق انواع نرم‌افزارهای پردازش تصویر، نیاز به روش‌هایی برای تصدیق اعتبار[۱] و اصالت آثار را به وجود آورده است. امروزه اثبات اصالت تصاویر دیجیتال زمینه‌ی فعالیت محققان بسیاری در سراسر جهان قرار گرفته است.

۲.۱- صورت مسئله

به منظور تصدیق اصالت تصاویر و تشخیص دستکاری در تصاویر، واترمارک دیجیتال در تصاویر جاسازی می‌شود. منظور از واترمارک، اطلاعاتی است که در تصویر جاسازی می‌شوند. واترمارک می‌تواند توسط یک الگوریتم ساخت واترمارک، بر اساس محتوای تصویر اصلی ساخته شود. تصویر میزبان، تصویری است که عملیات جاسازی واترمارک در آن انجام می‌شود. واترمارک‌هایی که برای هدف تصدیق اصالت، در تصاویر جاسازی می‌شوند باید در برابر تغییرات اعمال شده به تصویر شکننده[۲] باشند. به کمک روش‌های واترمارکینگ شکننده‌ی تصاویر دیجیتال، امکان تشخیص وقوع تغییرات و دستکاری در تصاویر فراهم می‌شود.

در روش‌های معمولی واترمارکینگ تصاویر دیجیتال، تصویر میزبان در اثر جاسازی اطلاعات دستخوش تغییراتی می‌شود ویژگی این تغییرات غیرقابل بازگشت بودن آن‌هاست، یعنی در سمت گیرنده راهی برای دستیابی به مقادیر واقعی و پیش از جاسازی تصویر میزبان وجود ندارد. در برخی از کاربردهای معمولی این تغییرات به وجود آمده در تصویر میزبان، از اهمیت چندانی برخوردار نیستند و گیرنده، تصویر میزبان را با تغییرات اندکی در مقادیر پیکسل‌های آن تصویر می‌پذیرد. اما در برخی از کاربردهای حساس، تصاویر میزبان دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشند و وجود کوچکترین تغییر در آن‌ها برای گیرنده، قابل پذیرش نیست. به عنوان مثال در کاربردهای

[۱] Content Authentication

[۲] Fragile

حساسی نظیر کاربردهای تشخیص پزشکی، تحقیقات نظامی، کار با تصاویر مربوط به نجوم برای اکتشافات فضایی و... به محتوای اصلی تصویر میزبان بدون کوچکترین تغییر نیاز داریم.

بنابراین جاسازی در روش‌های واترمارکینگ تصاویر دیجیتال معمولی تغییرات برگشت‌ناپذیری را در تصویر میزبان ایجاد می‌کند که گیرنده پس از استخراج واترمارک جاسازی شده در تصویر، نمی‌تواند تصویر واترمارک شده را به حالت اصلی پیش از جاسازی برگرداند. این مشکل باعث شد که روش‌های واترمارکینگ برای کاربردهای حساس، ناکارآمد و غیرقابل استفاده شود. برای رفع این مشکل نوع تازه‌ای از روش‌های واترمارکینگ، به نام روش‌های واترمارکینگ برگشت‌پذیر [۱] معرفی شدند. در روش‌های واترمارکینگ تصاویر دیجیتال به صورت برگشت‌پذیر، علاوه بر اینکه می‌توان در مرحله‌ی استخراج، اطلاعات جاسازی شده در تصویر میزبان را به دست آورد امکان بازگشت تصویر جاسازی شده به مقادیر واقعی پیش از جاسازی نیز فراهم شده است. این کار از طریق ذخیره‌سازی مقادیر واقعی آن دسته از پیکسل‌هایی که برای جاسازی استفاده می‌شوند به عنوان بخشی از رشته‌ی واترمارک قابل انجام است. روش‌های مختلفی امروزه برای واترمارکینگ برگشت‌پذیر ارائه شده است که در این پایان‌نامه مروری بر روش‌های ارائه شده خواهیم داشت و همچنین پیشنهاداتی برای بهبود برخی از روش‌های موجود در این زمینه ارائه خواهیم داد.

تا کنون روش‌های واترمارکینگ دیجیتال فراوانی برای کاربردهای مختلفی نظیر اعتبارسنجی محتوا، حفاظت حق کپی‌رایت [۲]، اثر انگشت [۳] و... ارائه شده‌اند. در تمام این کاربردها برای جاسازی واترمارک، تغییراتی در محتوای تصویر میزبان ایجاد می‌شود. آنچه که در تمام این روش‌ها مشترک است، تغییرات برگشت‌ناپذیر ایجاد شده در تصویر میزبان است که سبب شده است محتوای جاسازی شده از محتوای اصلی متفاوت باشد. بنابراین ما تمام ارزیابی‌هایمان را روی تصویر تغییر کرده انجام می‌دهیم. اما بر حسب کاربرد گاهی این تصویر تغییر کرده هیچ ارزشی ندارد و ما تنها به تصویر اصلی تغییر نکرده نیاز داریم. معمولاً زمانی که با تصاویر حساسی مانند تصاویر مربوط به نجوم، تصاویر تشخیص بیماری‌های پزشکی، تصاویر نظامی و... سر و کار داریم، کاربر نهایی نیاز دارد که به تصویر اولیه بدون کوچکترین تغییری دسترسی داشته باشد. یک

---

[۱] Reversible

[۲] Copyright Protection

[۳] Fingerprinting

مثال در این مورد این است که فرض کنید یک رادیولوژیست می‌خواهد با بررسی یک تصویر رادیولوژی متوجه شود که آیا یک آسیب جدی وجود دارد یا خیر. می‌بینیم که در این مورد نمی‌توان تشخیص نادرست را پذیرفت، اولا به دلیل اینکه این تشخیص نادرست سلامتی بیمار را به خطر می‌اندازد و ثانیا به این دلیل که اعتبار آن پزشک زیر سوال می‌رود.

در چنین مواردی الگوریتم‌های واترمارکینگ غیرقابل برگشت[۱] کاربردی ندارند. به این دلیل دسته‌ی دیگری از روش‌های واترمارکینگ دیجیتال به نام واترمارکینگ برگشت‌پذیر معرفی شدند [۵۲-۱]. در این نوع از واترمارکینگ علاوه بر سیگنال واترمارک، تصویر اصلی نیز باید بازیابی شود به این ترتیب ما می‌توانیم ارزیابی‌هایمان را روی تصویر تغییر نیافته انجام دهیم. اکثر روش‌های واترمارکینگ برگشت پذیر موجود، جزء گروه واترمارکینگ شکننده می باشند. واترمارکینگ شکننده امکان بررسی صحت و اعتبار سنجی محتوا را برای ما فراهم می‌کند به این صورت که واترمارک را در تصویر میزبان جاسازی می‌کنیم این واترمارک باید در برابر کوچکترین تغییرات به تصویر میزبان شکننده باشد و بنابراین با بررسی واترمارک، مشخص می‌شود آیا تصویر میزبان که اصل بودن و جعل نشدن آن برای ما بسیار مهم است، دستکاری نشده و محتوای آن مورد دستکاری واقع نشده است یا خیر.

روش‌های واترمارکینگ برگشت‌پذیر را با نام‌های چون واترمارکینگ معکوس[۲] و واترمارکینگ بدون اتلاف[۳] نیز می‌شناسند و به طور عمده در مواردی استفاده می‌شود که صحت یک تصویر دیجیتال با روش‌های شکننده باید تضمین شود و در سمت گیرنده، نیاز اساسی به محتوای تغییر نیافته و اصل نیاز باشد. زمانی که ما از واترمارکینگ شکننده‌ی برگشت‌پذیر استفاده می‌کنیم ابتدا با استفاده از ویژگی شکنندکی به بررسی اصالت تصویر می‌پردازیم. در این حالت در صورتی که اصالت تصویر تایید شود با استفاده از روش‌های برگشت‌پذیر به بازیابی تصویراولیه می‌پردازیم و در صورتی که اصالت تصویر رد شود، اثبات جعلی بودن تصویر ما را از وجود دشمنان احتمالی باخبر می‌سازد و نیات باطنی دشمنان احتمالی که دست به تخریب تصویر زده بودند آشکار می‌شود.

---

[۱] Irreversible

[۲] Invertible

[۳] Lossless

۳.۱- اهداف

با توجه به اهمیت موضوع بررسی تمامیت و اصالت محتوا، در این پایان‌نامه سعی بر آن بوده است که به ارائه‌ی روش‌هایی برای دست یابی به این هدف بپردازیم. واترمارکینگ برگشت‌پذیر تصاویر دیجیتال جز روش‌های خودتصدیق[۱] می‌باشند و می‌توانند برای کاربرد بررسی تمامیت و اصالت محتوا استفاده شوند. میزان کارایی روش‌های ارائه شده در زمینه‌ی واترمارکینگ برگشت‌پذیر ، مطابق کارهای انجام شده توسط سایرین، عموما توسط دو معیار کیفیت و ظرفیت بیان می‌شود. در این پایان‌نامه، سعی بر آن بوده که به ارائه‌ی تغییراتی در تعدادی از روش‌های پیشین بپردازیم، با ارائه‌ی معیارهایی جدید، مشکلات موجود درآن‌ها را رفع کنیم و با استفاده از روش‌های هوشمند به بهبود روش‌های موجود بپردازیم.

٤.۱- مروری بر فصل‌های پایان‌نامه

در این پایان‌نامه، در ابتدای این بخش به معرفی کلیات و بیان مسئله و اهداف پایان‌نامه پرداختیم. در فصل دوم، مروری بر روش‌های پیشین انجام شده در زمینه‌ی واترمارکینگ برگشت‌پذیر شکننده‌ی تصاویر انجام شده است. در فصل سوم، روش‌های پیشنهادی مطرح شده است و در فصل چهارم نتایج آزمایش‌ها انجام شده در روش‌های پیشنهادی ارائه شده است. در پایان، در فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهاداتی برای کارهای آینده ارائه شده است.

---

[۱] Self Authenticate