



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش مخابرات

# مدلسازی نهان نگاری تصویر بر اساس تئوری اطلاعات

نگارنده

ابوالفضل یاریان

استاد راهنما

دکتر مسعود بابائی زاده

شهریورماه ۱۳۸۴

این پروژه تحت قرارداد پژوهشی شماره ..... مورخ ..... از پشتیبانی مادی و معنوی مرکز تحقیقات مخابرات ایران بهره‌مند شده

است.



### توجه

این پروژه بر اساس قرارداد شماره (.....) از حمایت مالی  
مرکز تحقیقات مخابرات ایران برخوردار شده است.

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی برق

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان: مدلسازی نهان نگاری تصویر بر اساس تئوری اطلاعات

نگارش: «نام و نام خانوادگی دانشجو»

اعضا هیات داوران:

.....امضاء:	دکتر ...
.....امضاء:	دکتر ...
.....امضاء:	دکتر ...
.....امضاء:	دکتر ...
.....امضاء:	دکتر ...

تاریخ: ۶ شهریور ۱۳۸۴.

## تقدیم و قدردانی

در این صفحه از کسانی که مایلید تشکر می‌کنید.

## چکیده:

در دنیای دیجیتال امروزه، نهان نگاری مقاوم تصویر که در آن یک سیگنال حامل داده به صورت نامرئی و مقاوم در برابر حملات در تصویر تعبیه می‌شود، به عنوان یک راهکار برای حل مساله حفاظت از حق تالیف محصولات تصویری معرفی شده است. برای این منظور تاکنون جهت نهان نگاری روشهای متعددی به کار گرفته شده است که از آن جمله می‌توان به استفاده از مدل‌های بینایی جهت یافتن میزان بیشینه انرژی نهان نگاره برای تعبیه در تصویر و استفاده از حوزه های مقاوم در برابر حملات، اشاره نمود. در همین راستا در این پایان نامه به استفاده از مفاهیم حوزه تئوری اطلاعات به عنوان یک راهنما در توسعه الگوریتم‌های موجود، جهت قرار دادن بهینه نهان نگاره پرداخته شده است. همچنین در ساختار پیشنهادی که برای افزایش مقاومت در حوزه تبدیل تصویر پیاده می‌شود، از تبدیلات چنددقتی مانند تبدیل موجک گسسته و تبدیل MR-SVD که به سیستم بینایی انسان نزدیک‌ترند، استفاده می‌شود. به طوریکه در حوزه تبدیل موجک، با استفاده از آنتروپی و تاثیر پدیده پوشش آنتروپی به اصلاح مدل‌های بینایی مرتبط با این حوزه پرداخته و بدین ترتیب نهان نگاره با قدرت و مقاومت بالاتر در تصویر تعبیه نموده و همچنین کیفیت بهتر برای تصویر نهان نگاری شده بدست آمد. همچنین در حوزه تبدیل MR-SVD ابتدا این تبدیل که تاکنون برای نهان نگاری استفاده نشده بود، جهت نهان نگاری بکار گرفته شد و سپس مشابه ساختار پیشنهادی مبتنی بر آنتروپی در حوزه تبدیل موجک، در حوزه این تبدیل نیز بکار رفت و نتایج شبیه‌سازیها مقاوم‌تر بودن ساختار پیشنهادی و کیفیت بالاتر تصویر نهان نگاری شده در این حوزه را نتیجه داد.

## کلمات کلیدی:

- |                       |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| ۱- نهان نگاری تصویر   | Image Watermarking                 |
| ۲- تبدیل چنددقتی      | Multi-Resolution Transform         |
| ۳- سیستم بینایی انسان | Human Visual System (HVS)          |
| ۴- تبدیل موجک         | Wavelet Transform                  |
| ۵- تجزیه مقادیر تکین  | Singular Value Decomposition (SVD) |
| ۶- آنتروپی            | Entropy                            |
| ۷- پوشش آنتروپی       | Entropy Masking                    |

# فهرست مطالب

۱	مقدمه	۱
۲	مرور مفاهیم پایه	۲
۲	۱-۲ DevOps	۲
۲	۱-۱-۲ تعریف	۲
۳	۲-۱-۲ چرخه کاری DevOps	۳
۴	۳-۱-۲ خط لوله CI/CD	۴
۶	۴-۱-۲ مزایای متدولوژی DevOps	۶
۸	۳ مدل بینایی انسان و کاربرد آن در نهان نگاری	۸
۸	۱-۳ مقدمه	۸
۹	۴ آنتروپی و استفاده از آن در نهان نگاری	۹
۹	۱-۴ مقدمه	۹
۹	۲-۴ آنتروپی	۹
۱۰	۵ نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۰

# فهرست جداول



# فهرست تصاویر

۴	..... مراحل DevOps	۱-۲
---	--------------------	-----

# فهرست کلمات اختصاری

2D-DWT	2-Dimensional Discrete Wavelet Transform
CPD	Cycle Per Degree
CSF	Contrast Sensitivity Function
⋮	⋮

## فصل ۱

### مقدمه

گسترش روز افزون شبکه جهانی اینترنت و توسعه فناوری اطلاعات، نیاز فزاینده‌ای را به استفاده از سرویسهای چندرسانه‌ای دیجیتال، در پی داشته به طوریکه کاربردهای دیجیتال شاهد رشد شگرفی در طول دهه گذشته بوده است که نتیجه آن ایجاد سیستمهای کارآمد در ذخیره، انتقال و بازیابی اطلاعات است. مزایای فراوان فناوری دیجیتال، باعث محبوبیت و کاربرد هر چه بیشتر آن توسط اشخاص شده تا جاییکه حتی وسایل ضبط و پخش صدا و تصویر آنالوگ خانگی هم به سرعت با نمونه‌های دیجیتال جایگزین شده‌اند. اما این موضوع مسائل حاشیه‌ای دیگری برای بشر ایجاد نموده است. به طوریکه امکان تهیه کپی‌های متعدد از روی نسخه اصلی بدون کاهش کیفیت آن و یا سادگی جعل و تغییر محتوای اطلاعاتی نسخه اصلی، باعث شده که مالکیت معنوی<sup>۱</sup> صاحبان اثر به خطر افتاده و در نتیجه بسیاری از ارائه دهندگان سرویسهای چندرسانه‌ای (از جمله شرکتهای فیلم‌سازی) از ارائه نمونه دیجیتال محصولاتشان خودداری نمایند. لذا برطرف نمودن این مشکلات، یکی از زمینه‌های پژوهشی مهم در عرصه مخابرات و بخصوص پردازش سیگنال است.

---

<sup>۱</sup> Intellectual Property

## فصل ۲

# مرور مفاهیم پایه

## ۱-۲ DevOps

### ۱-۱-۲ تعریف

دِوایس که از اتحاد واژگان Development و Operation به وجود آمده است؛ ترکیبی از ابزارها، کنش‌ها و فرهنگ کاری است که تیم‌های توسعه<sup>۱</sup> و عملیات<sup>۲</sup> را به همکاری موثرتر نزدیک می‌کند و کسب و کارها با استفاده از می‌توانند اپلیکیشن‌ها و سرویس‌هایشان را با سرعت بالاتری نسبت به روش‌های سنتی تحویل دهند. همین سریع‌تر شدن سرعت توسعه و انتشار نرم‌افزار، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا در مقایسه با کسب‌وکارهایی که هنوز از روش‌های سنتی توسعه نرم‌افزار استفاده می‌کنند خدمات بهتری به مشتریان ارائه دهند. در واقع دِوایس سعی دارد تا مشکل جدایی تیم‌های مختلف را رفع کرده و یک فرهنگ سازمانی یکپارچه را میان تیم‌های مختلفی که در حال توسعه یک نرم‌افزار هستند ایجاد کند. از این جهت بسیاری از کارها می‌تواند به صورت خودکار پیش رفته و در نهایت همه چیز با سرعت بیشتری صورت بگیرد [۹، ۱]. این خودکار سازی با استفاده از خط لوله CI/CD از منبع کد شروع می‌شود و تا مانیتورینگ محصول ادامه میابد [۱۰].

تا قبل از تشکیل دِوایس، تیم‌های توسعه نرم‌افزار یا تیم عملیاتی در محیط‌های جداگانه کار می‌کردند. هدف تیم توسعه تولید محصول جدید و با افزودن ویژگی‌های جدیدی روی محصولات قبلی بود. هدف تیم عملیاتی نیز ثابت نگه داشتن وضعیت موجود سرویس‌ها برای پایداری بیشتر بود. به مرور زمان در فرآیند توسعه نرم‌افزار، روش‌های چابک<sup>۳</sup> ایجاد شد تا با مشتری تعامل بهتری برقرار شود و نیازهایی که دارد به محصول اضافه شود [۵]. جدایی دو تیم توسعه و عملیات از هم باعث

---

Development<sup>۱</sup>  
Operation<sup>۲</sup>  
Agile<sup>۳</sup>

می‌شد که در فرآیند تولید محصول و استقرار<sup>۴</sup> آن، اتلاف وقت ایجاد شود و محصول دیرتر به دست مشتری برسد [۳].

## ۲-۱-۲ چرخه کاری DevOps

همانطور که در شکل ۲-۱ مشاهده می‌کنید، DevOps قصد دارد از ابزار و جریان‌های کاری<sup>۵</sup> برای خودکارسازی یک یا چند مورد از موارد زیر استفاده کند:

۱. کدنویسی: شامل توسعه، بازبینی کد و ابزارهای کنترل نسخه است. مثلاً، یک تیم تصمیم می‌گیرد از گیت<sup>۶</sup> به عنوان ابزار کنترل نسخه و از گیت هاب<sup>۷</sup> نیز به عنوان یک مخزن راه دور استفاده کند. این تیم مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های سبک کدنویسی را با استفاده از ابزاری نظیر Linter به همراه حداقل درصد پوشش تست تعریف کرده و با تعیین استراتژی انشعاب مبتنی بر تنه<sup>۸</sup> تغییرات خود را به منظور بازبینی برای ادغام با انشعاب اصلی<sup>۹</sup> برای توسعه دهنده ارشد ارسال می‌کند [۸].

۲. ساخت: شامل ایجاد و ذخیره خودکار مولفه<sup>۱۰</sup> ها می‌باشد. به طور مثال یک تیم تصمیم می‌گیرد یک Container image قابل اجرا از محصول خود ایجاد کند.

۳. تست: شامل ابزارهایی برای تست محصول می‌باشد. تیم محیطی را به منظور تست هر تغییر جدید راه اندازی می‌کند که در آن مجموعه‌ای از آزمایش‌ها مانند آزمون واحد<sup>۱۱</sup>، آزمون یکپارچگی<sup>۱۲</sup> و ... به طور خودکار در برابر هر ویرایش کد اجرا می‌شود. ادغام و تست کد به طور مکرر، به تیم‌های توسعه کمک می‌کند تا از کیفیت کدشان اطمینان حاصل کرده و جلوی خطاهای احتمالی را بگیرند.

۴. پیکربندی: شامل پیکربندی و مدیریت خودکار زیرساخت می‌باشد. این مورد شامل مجموعه‌ای از اسکریپت‌هایی برای بازتولید محیط در حال اجرا و زیرساخت نرم افزاری شامل سیستم عامل تا پایگاه داده و سرویس‌های خاص و پیکربندی شبکه آنها می‌باشد [۴، ۶].

۵. استقرار: این مرحله شامل استراتژی استقرار است. به طور مثال تیم می‌تواند تصمیم بگیرد که یک محصول به طور

---

<sup>۴</sup> Deploy

<sup>۵</sup> Workflow

<sup>۶</sup> Git

<sup>۷</sup> Github

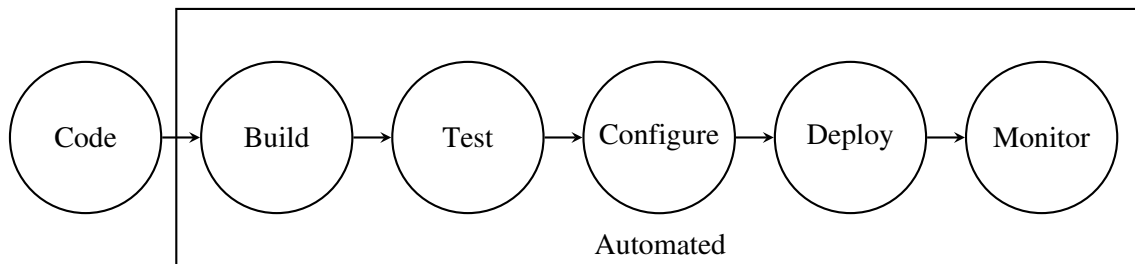
<sup>۸</sup> Trunk-Based

<sup>۹</sup> Merge request

<sup>۱۰</sup> Artifact

<sup>۱۱</sup> Unit test

<sup>۱۲</sup> Integration test



شکل ۲-۱: مراحل DevOps

مستقیم منتشر شود یا ابتدا در یک محیط آزمایشی مورد ارزیابی قرار گیرد. هم چنین در مواقعی که مشکلی در استقرار وجود دارد چه کاری انجام دهند و استراتژی بازگشت<sup>۱۳</sup> خود را پیاده سازی کنند.

۶. نظارت: از عملکرد محصول تا نظارت بر تجربه کاربر نهایی را شامل می شود. به عنوان مثال، می تواند مدت زمان درخواست های پایگاه داده یا بارگذاری وبسایت یا تعداد کاربرانی که از ویژگی های خاص محصول استفاده می کنند یا تعداد بازدیدکنندگان از یک وبسایت که به ثبت نام ختم می شود یا تعداد کاربران جدید در یک مجموعه زمانی خاص را پوشش دهد. مرحله نظارت هم چنین شامل هشدار خودکار خرابی ها نیز می باشد (به عنوان مثال، آستانه استفاده از CPU [۷]). در نهایت نظارت بر محیط تولید به منظور اطمینان از صحت کارکرد صحیح محصول ضروری است.

## ۳-۱-۲ خط لوله CI/CD

در دنیای توسعه نرم افزار دستیابی به بهره وری بالا، کیفیت مطلوب محصول و رضایت مشتری از اهداف اصلی هر سازمانی است. در متدولوژی DevOps و رویکردهای مرتبط با آن مانند ادغام مداوم<sup>۱۴</sup>، تحویل مداوم<sup>۱۵</sup> و استقرار مداوم<sup>۱۶</sup> به طور فزاینده ای محبوب شده اند زیرا به سازمان ها کمک می کنند تا با سرعت و کارآمدی بیشتری به این اهداف دست یابند.

ادغام مداوم به فرآیندی اطلاق می شود که در آن توسعه دهندگان برنامه های خود را به طور مداوم (معمولاً چندین بار در روز) در یک مخزن مشترک ادغام می کنند. به محض ادغام کد، یک سری از تست های خودکار اجرا می شود تا اطمینان حاصل شود که این تغییرات جدید باعث بروز مشکل در نرم افزار نشده اند. این تست ها شامل تست های واحد، تست های یکپارچگی و تست های کارکردی می باشند. از آنجایی که برنامه های کاربردی پیشرفته کنونی در چندین پلتفرم و ابزار های مختلف اقدام به توسعه می کنند، لذا نیاز به مکانیزمی برای ادغام و تایید تغییرات مختلف، اهمیت بالاتری پیدا می کند.

<sup>۱۳</sup>Rollback

<sup>۱۴</sup>Continuous Integration (CI)

<sup>۱۵</sup>Continuos Delivery (CD)

<sup>۱۶</sup>Continuous Deployment (CD)

**تحویل مداوم** ادامه ای بر ادغام مداوم است و به تیم‌ها این امکان را می‌دهد تا نرم‌افزار را پس هر تغییر مهم در کد به مرحله تولید برسانند. در این مدل، هر خروجی که از فرایند CI عبور کرده و تست‌های لازم را با موفقیت پشت سر گذاشته باشد، به صورت خودکار آماده انتشار می‌شود. به عبارتی دیگر، هدف از تحویل مداوم، داشتن پایگاه کدی است که همیشه آماده استقرار در محیط تولید باشد. این فرایند ممکن است شامل تست‌های اضافی برای ارزیابی عملکرد، امنیت و سازگاری با محیط‌های تولید نیز باشد.

**استقرار مداوم** که گاهی با تحویل مداوم اشتباه گرفته می‌شود، به فرآیندی اطلاق می‌شود که در آن هر تغییر در کد که تمام مراحل تست و تأیید را با موفقیت پشت سر می‌گذارد، به صورت خودکار در محیط تولید قرار می‌گیرد. این به معنای آن است که نسخه‌های جدید نرم‌افزار می‌توانند به طور مداوم و بدون دخالت دستی به کاربران نهایی تحویل داده شوند. این رویکرد به تیم‌ها کمک می‌کند تا سریعتر به بازخوردها پاسخ دهند و بهبودهای مستمری را در محصول خود اعمال کنند، اما نیازمند یک فرآیند آزمایشی بسیار قوی و اطمینان از کیفیت کد است.

فرآیند کامل CI/CD همان طور که در شکل ۱-۲ هم به عنوان بخشی از چرخه کاری توضیح داده شد، با یک فرآیند ساخت شروع می‌شود که در آن کد توسط ابزارهایی نظیر Gradle تبدیل به نرم‌افزار قابل اجرا می‌شوند. پس از این مرحله، تست‌های خودکار که شامل تست‌های واحد، تست‌های یکپارچه‌سازی و تست‌های رابط کاربری هستند، اجرا می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که تغییرات جدید باعث بروز خطا در نرم‌افزار نمی‌شوند. در صورت موفقیت‌آمیز بودن تست‌ها، یک نسخه قابل اجرا از کد نسخه گذاری شده و در مخازنی همانند Nexus نگه داری می‌شوند. در مرحله پیکربندی تنظیم محیط لازم برای نصب و استفاده از نرم‌افزار انجام می‌شود. دو رویکرد اصلی برای این کار وجود دارد: مرحله به مرحله<sup>۱۷</sup> و اعلامی<sup>۱۸</sup>. در رویکرد اول، پیش‌نیازها به ترتیب آماده‌سازی می‌شوند و شکست در هر مرحله می‌تواند به عدم انجام دادن مراحل بعدی منجر شود. این رویکرد، که اغلب با استفاده از ابزارهایی مانند Ansible پیاده‌سازی می‌شود، زمانی مفید است که نیاز به اعمال تغییرات جزئی بر محیط باشد. در مقابل، رویکرد اعلامی به طور همزمان کل محیط را بر اساس یک حالت نهایی تعریف شده آماده می‌کند. این رویکرد باعث می‌شود که در صورت بروز خطا در یک بخش، سایر بخش‌ها تحت تأثیر قرار نگیرند. برای اجرای این رویکرد، می‌توان از ابزارهایی مثل Terraform استفاده کرد. پس از این، مرحله‌ی استقرار آغاز می‌شود که در آن نرم‌افزار به محیط‌های تست، توسعه یا تولید منتقل می‌شود. این فرایند با استفاده از ابزاری مانند Jenkins و ArgoCD پیاده شده و اغلب شامل مکانیزم‌هایی برای پشتیبانی و بازگرداندن نسخه‌های قبلی در صورت بروز مشکل است. یکی از قسمت‌های فرآیند کامل این خط لوله نیز با استفاده از ابزاری مانند Github Actions، CircleCI و Jenkins می‌تواند انجام گردد. لازم به

Procedural<sup>۱۷</sup>  
Declarative<sup>۱۸</sup>

ذکر است که می توان به منظور بررسی سبک کدنویسی و اعمال استاندارد های تیم توسعه در ابتدا خط لوله بخشی را قرار داد تا از استاندارد بودن کد اطمینان یابد. در این بخش می توان از Linter ها یا pre-commit hooks استفاده کرد.

به هنگام طراحی و پیاده سازی یک خط لوله CI/CD باید به نکات زیر توجه کرد:

۱. قابلیت بازگشت به حالت قبل<sup>۱۹</sup>: برای هر نسخه از کد باید یک استراتژی وجود داشته تا اگر مشکلی پیش آمد، به نسخه قبلی بازگردانده شود. یک راه حل آسان برای بازگشت می تواند اجرای نسخه قدیمی تر از طریق همان خط لوله CI/CD باشد. بازگشت به ورژن قبلی همیشه ساده نیست، چراکه اگر سرویس در حال اجرا قابل بازگشت باشد، باید به بازگرداندن داده ها قبلی و زمان توقف هنگام استقرار نسخه جدید نیز توجه کرد.

۲.

## ۴-۱-۲ مزایای متدلوژی DevOps

این متدلوژی یک رویکرد نوآورانه در توسعه نرم افزار و عملیات است که مزایای بسیاری برای بهبود عملکرد سازمانی<sup>۲۰</sup> ارائه می دهد [۲]. ادغام این روش ها می تواند نحوه مواجهه تیم ها با چالش های پروژه و تعامل با فناوری را تغییر داده و منجر به افزایش کارایی، قابلیت اطمینان و رضایت شود [۷].

۱. افزایش سرعت و کارایی: با خودکارسازی فرایند انتشار نرم افزار از طریق CI/CD، تیم ها می توانند فرکانس و سرعت انتشارها را افزایش داده که منجر افزایش سرعت پاسخ دهی به مشتری شده و مزیت رقابتی ایجاد می کند [۱۰].

۲. ایجاد محیط های عملیاتی پایدارتر: تضمین قابلیت اطمینان به روزرسانی های برنامه و تغییرات زیرساخت یکی از مزایای مهم این متدلوژی می باشد. از طریق خط لوله CI/CD، هر تغییری برای اطمینان از کارایی و ایمنی ادغام با محیط تولید آزمایش می شود تا از انتشار نسخه های معیوب جلوگیری کند. یکی از شاخص های اصلی پایداری، انتشارهای متناوب و مکرر است. با استفاده از این متدلوژی توسعه دهندگان می توانند خطاها را سریع تر شناسایی و رفع کنند. این موضوع باعث کاهش شاخص MTTR<sup>۲۱</sup> می شود. این شاخص مدت زمان برگشت به وضعیت پایدار بعد از وقوع خطا یا اشکال را نشان می دهد و هرچه مقدار آن کمتر باشد، پایداری سیستم بیشتر است [۳]. علاوه بر انتشار پیوسته و مستمر، نرم افزارهای مانیتورینگ هم با پایش مداوم نرم افزار و سرورها و ایجاد دسترسی به اطلاعات حیاتی نرم افزار و محیط عملیاتی برای مهندسان، نقش مهمی در شناسایی و رفع خطاها و در نتیجه حفظ پایداری دارند.

<sup>۱۹</sup>Rollback<sup>۲۰</sup>Organization performance<sup>۲۱</sup>Mean Time To Recover



۳. مقیاس پذیری: تسهیل کننده مدیریت مقیاس پذیر زیرساخت ها و فرآیندهای توسعه است. تکنیک هایی مانند زیرساخت به عنوان کد<sup>۲۲</sup> مدیریت محیط های توسعه، آزمایش و تولید را به شکلی تکرار پذیر و کارآمد ساده سازی می کنند [۱].

۴. صرفه جویی در هزینه ها و منابع: علاوه بر مدیریت بهتر عملکرد و ارتباطات، هزینه ها و منابع را هم به نسبت روش های قدیمی کاهش می دهد. با استفاده از این متدلوژی و خط لوله CI/CD طول چرخه ها کوتاه تر و نتایج کمی و کیفی بهتر می شوند و در نتیجه هزینه ها نیز کاهش پیدا می کنند. این فرآیند حتی نیاز به منابع سخت افزاری و منابع انسانی را هم کاهش می دهد. با استفاده از معماری ماژولار، اجزا و منابع به خوبی دسته بندی شده و سازمان ها می توانند به راحتی از فضا و رایانش ابری برای انجام کارها استفاده کنند. چابکی در این متدلوژی اهمیت زیادی دارد لذا فناوری ابری نیز این چابکی را به تیم ها ارائه و سرعت و هماهنگی بین تیم ها را افزایش می دهد. با کمک این فناوری، حتی اگر در فرایند توسعه و عملیات نیاز به منابع جدید و بیشتر بود، با ثبت یک درخواست ساده در عرض چند دقیقه منابع جدید در اختیار سازمان قرار می گیرد. از مزایای دیگر استفاده از رایانش ابری می توان به حداقل شدن هزینه های شروع و عملیاتی پروژه، بهبود امنیت، افزایش مشارکت و بهبود دسترسی و کاربری داده ها اشاره کرد.

۵. تجزیه ایزوله گرایی: در بسیاری از سازمان ها، به دلایل امنیتی و مدیریتی، اطلاعات در تیم ها به طور جداگانه نگهداری می شوند و این باعث ایجاد سیلوهای سازمانی شده که مانع از گردش منظم داده و اطلاعات در سازمان می شود. با این حال، با بهره گیری از این متدلوژی و وجود همکاری فعال در تیم ها، ارتباطات بهبود می یابد. این امر باعث می شود که اطلاعات به طور موثرتر جریان یابد، کارایی تیم ها افزایش یابد و در نتیجه، کارایی کلی سازمان بهبود پیدا کند.

### فصل ۳

## مدل بینایی انسان و کاربرد آن در نهان نگاری

### ۱-۳ مقدمه

بیشتر تصاویر دیجیتال پس از گذر از پردازشهای مختلف، سرانجام توسط چشم انسان دیده و سنجیده می‌شوند، لذا ضروری است که بتوان کیفیت بصری تصویر را همچنان حفظ نمود. در کاربرد نهان نگاری، پنهان‌سازی کامل نهان نگاره و حفظ کیفیت بصری تصویر یکی از نیازهای ضروری است. لذا سیستم بینایی انسان را باید مورد بررسی قرار داده و از آن استفاده نمود. بررسیها نشان می‌دهد [۱] که در نهان نگاری با بهره‌گیری مناسب از مدل بینایی انسان، امکان بالا بردن بیشتر انرژی نهان نگاره با حفظ ویژگی نامرئی بودن، فراهم می‌گردد.

## فصل ۴

# آنتروپی و استفاده از آن در نهان نگاری

### ۴-۱ مقدمه

در فصل گذشته سیستم بینایی انسان و ویژگی‌های آن را مورد بررسی قرار دادیم. در حوزه تبدیل DCT و تبدیل موجک، دو مدل معروف و موجود برای سیستم بینایی معرفی کردیم. همچنین چارچوب کلی استفاده از مدل‌های بینایی را برای کاربرد نهان نگاری، مطرح نمودیم و دو طرح مرجع P&Z و K&R را نیز مورد بررسی قرار دادیم. در این فصل به بیان هدف اصلی این پایان نامه که بررسی اثر آنتروپی در نهان نگاری است، می‌پردازیم. لذا ابتدا در بخش ۴-۲ به بیان مفهوم آنتروپی پرداخته، سپس در بخش ...

### ۴-۲ آنتروپی

در این قسمت ابتدا توضیح مختصری در باره مفهوم آنتروپی داده خواهد شد.

## فصل ۵

# نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با پیشرفت فن‌آوری دیجیتال و گسترش هرچه بیشتر کاربردهای سرویسهای چندرسانه‌ای دیجیتال، نیازهای امنیتی جدیدی در سطح جهان مطرح گردیده است و لذا با نفوذ دنیای دیجیتال به زندگی مردم، طراحی سیستمهای امنیتی مرتبط به آن اهمیت فراوانی در سالهای اخیر پیدا کرده‌اند. به دنبال این نیاز، نهان‌نگاری به عنوان روشی مؤثر جهت تأمین برخی از این نیازها مورد توجه قرار گرفته و پیشرفت سریعی داشته است.

در این پایان‌نامه جهت‌آشنایی و نیل به یک دیدگاه کلی از سیستمهای نهان‌نگاری ابتدا به بیان کاربردهای نهان‌نگاری

پرداختیم. ...

## مراجع

- [1] “What is devops? <https://aws.amazon.com/devops/what-is-devops/> [accessed: 2024-05-07],” .
- [2] N. Forsgren and J. Humble, “The role of continuous delivery in it and organizational performance,” in *Western Decision Sciences Institute (WDSI)*, March 2016.
- [3] Jez Humble and David Farley, *Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation*, Addison-Wesley Professional, 2010.
- [4] M. Huttermann, *DevOps for Developers*, chapter Infrastructure as Code, 2012.
- [5] A. Van Bennekum A. Cockburn W. Cunningham M. Fowler J. Grenning J. Highsmith A. Hunt R. Jeffries K. Beck, M. Beedle, “Manifesto for agile software development,” 2001, <https://agilemanifesto.org/> [Accessed: 2024-02-17].
- [6] E. D. Nitto M. Guerriero M. Artac, T. Borovssak and D. A. Tamburri, “Devops: Introducing infrastructure-as-code,” in *International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C)*, May 2017.
- [7] A. Q. Gates N. Delgado and S. Roach, “A taxonomy and catalog of runtime software-fault monitoring tools,” *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 30, pp. 859–872, December 2004.
- [8] paul hammant, “Trunk based development,” <https://trunkbaseddevelopment.com/> [Accessed: 2023-11-01].
- [9] K. Petersen R. Jabbari, N. Ali and B. Tanveer, “What is devops?: A systematic mapping study on definitions and practices,” May 2016.
- [10] M. Virmani, “Understanding devops bridging the gap from continuous integration to continuous delivery,” in *Fifth International Conference on the Innovative Computing Technology (INTECH 2015)*, May 2015.

## **ABSTRACT**

In the digital world today, invisible and robust image watermarking which embeds invisible signals in to the digital images has been proposed as a major solution to the problem of copyright protection of digital images. Several approaches such as exploiting Human Visual System (HVS) and invariant domain watermarking have been proposed to achieve this goal. In this thesis we use the information-theoretic concepts as tools to develop methods for embedding watermark in an optimized way. Also multi-resolution transforms such as wavelet transform and MR-SVD (Multi-Resolution form of the Singular Value Decomposition) are used in the proposed structure, because theses transforms resemble the HVS characteristics for an optimized watermarking structure. Entropy concept and entropy masking effects were proposed to use to develop a model in DWT domain to increase the strength and robustness of the watermark, while perceived quality of the electronic image is not altered. Then, the structure similar to the entropy-based proposed structure in DWT domain, is used for watermarking in the MR-SVD transform domain, which is found a new approach to robust image watermarking. Simulation results show that the proposed methods outperform conventional methods in terms of both invisibility and robustness.

## **KEYWORDS**

1. Image Watermarking.
2. Multi-Resolution Transform.
3. Human Visual System (HVS).
4. Wavelet Transform.
5. Singular Value Decomposition (SVD).
6. Entropy.
7. Entropy Masking.



SHARIF UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

M.Sc. THESIS

*Title:*

# An Information-Theoretic Model for Image Watermarking

*by:*

AAAAA BBBB

*Supervisor:*

Dr. ...

August 2005