

فشرده سازی تصاویر دیجیتال با تکنیک بدون اتلاف

صغری طهماسبی^۱، داور خیراندیش طالشمکائیل^۲

^۱ کارشناس مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارس آباد مغان، پارس آباد مغان،

Miss.tahmasebi@gmail.com

^۲ کارشناس ارشد مهندسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارس آباد مغان، پارس آباد مغان،

Kheyrandish@iaupmogan.ac.ir

چکیده

در این مقاله، ما تکنیکهای موجود در فشرده سازی تصاویر بدون اتلاف را که در حوزه ی پردازشهای معکوس پذیر انجام می گیرند تشریح می کنیم. مباحث فشرده سازی تصاویر به موضوع کاهش مقدار داده های مورد نیاز برای نمایش تصاویر دیجیتال می پردازد. با وجود پیشرفتهای گسترده ای در مباحث چند رسانه ای در حوزه پردازش تصویر دیجیتال برای ذخیره و انتقال اطلاعات نیاز مبرمی به فشرده سازی تصاویر دیجیتال وجود دارد. در بسیاری از کاربردها، از فشرده سازی بدون اتلاف برای کاهش مقدار افزونگی از داده های مصرف شده بدون آنکه کیفیت تصویر در آنها کم گردد استفاده می شود. در این مقاله، عملکرد تعدادی از الگوریتمهای گسترده فشرده

هم

کلمات کلیدی

فشرده سازی، افزونگی، آنتروپی، کمی سازی، LZW, RLE, DMC.

۱- مقدمه

اعداد بیتی تصاویر دودویی، برای از بین بردن افزونگی رمزگذاری استفاده می شود. Jpeg2000 مبتنی بر ویولت استاندارد فشرده سازی تصویر می باشد. ویولت ها توابعی خاص از ریاضیات هستند و در نمایش داده ها یا توابع دیگر استفاده می شود.

فشرده سازی دیگر، LZW است که از جایگزینی رشته ها به جای کاراکترها استفاده می کند. مقایسه بین الگوریتمهای فشرده سازی گوناگون می تواند در استفاده مناسب از این تکنیکها برای کاربردهای گوناگون کمک می کند.

فشرده سازی تصاویر یکی از پرکاربردترین علوم پردازش تصویر دیجیتال در دنیای امروز است. فشرده سازی به افزونگی مقدار داده ی مصرف شده اشاره کرده و محتوا و کیفیت افزونگی قابل تصویری یا ویدئویی داده ی اصلی را معرفی می کند. همچنین بیت های مورد نیاز برای ذخیره و انتقال رسانه دیجیتال را کاهش می دهد. تکنیک های فشرده سازی متفاوت بوده و همه آنها مزیت ها و معایب خودشان را دارند. یکی از این تکنیکها، پیدا کردن بخش هایی از داده است که مهم نبوده و فقط فضا را اشغال می کنند، از جمله روشی که از این تکنیک استفاده می کند، محاسبات کدگذاری است که با طول متغیر از رمزگذاری آنتروپی استفاده می کند. محاسبات کدگذاری، رمزگذاری کامل پیغام عددی در کسر n در بازه $(0.0 < n < 1.0)$ می-

۲- پس زمینه

۲-۱- انواع فشرده سازی

فشرده سازی پراتلاف بعضی از اجزا داده را در واقعیت از بین می برد. در مقادیر این نوع فشرده سازی مبتنی بر ذخیره فایل های اطلاعاتی است که انسان آنرا «بصری» نامگذاری می کند. بنابراین داده بی ربط قابل حذف شدن است. در فشرده سازی بدون اتلاف موقعی که داده واقعه شده می شود نتیجه حاصل بیت به بیت کامل با تصویر واقعی اولی مطابقت دارد. نام بدون اتلاف را «بدون از دست رفتن داده» نیز می نامند. این

باشد. روشی دیگر، روش رمز طول اجرا است که غالباً در مقادیر این نوع فشرده سازی مبتنی بر ذخیره فایل های اطلاعاتی است که انسان آنرا «بصری» نامگذاری می کند. بنابراین داده بی ربط قابل حذف شدن است. در فشرده سازی بدون اتلاف موقعی که داده واقعه شده می شود نتیجه حاصل بیت به بیت کامل با تصویر واقعی اولی مطابقت دارد. نام بدون اتلاف را «بدون از دست رفتن داده» نیز می نامند. این

879000000000000000000000000000000000

می توان جایگزین کرد با:

879f32

f پرچم برای سرریز و فشرده‌سازی وابسته به ذخیره کردن محتویات داده است.

کاربردها:

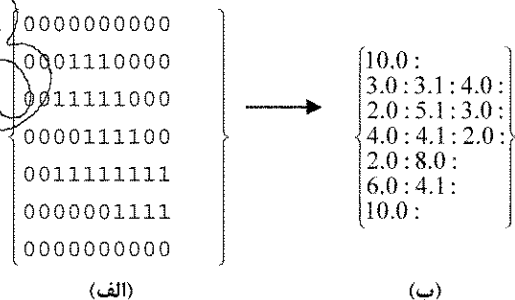
- حذف سرریزها از فایل.
- در داده‌های صوتی یا وقف محاوره‌ای.
- نگارش بیتی.
- فاصله در نوشتارها یا منبع برنامه فایلها.
- پیش‌زمینه در تصاویر.
- تصاویر معمولی دیگر یا آدرس‌های داده.

۳-۲- رمزگذاری RLE

رمزگذاری طول اجرا یک تکنیک رمزگذاری موثر فرکانسی قابل اجرا در تصویر باینری است. توالی اعضای تصویر گسسته از (X_1, X_2, \dots, X_n) زوج‌های $(C_1, I_1), (C_2, I_2), \dots, (C_n, I_n)$ نگاشت می‌شوند. C_i معرف روشنایی تصویر یا رنگ بوده و I_i معرف طول اجرا i از پیکسل‌ها است. در این متد ذخیره‌سازی وابسته به داده است. در بدترین حالت (نویز تصادفی) اینگونه رمزگذاری حجیم‌تر از فابا، اصل، است.

- مفهوم RLE این است که گروه پیوسته صفرها و یکها را از چپ به راست برای هر طول سطر اسکن کرده و مقدار قراردادی را بجای آن تعیین نماید.

عناصر تصویر 10×7 زیر نمایش دهنده رمزگذاری RLE است.



شکل (۳): (الف) عناصر تصویر باینری (ب) رمزگذاری طول اجرا (RLE)

۳-۳- رمزگذاری آنتروپی

فشرده‌سازی بدون اتلاف فرکانسی شامل چند شکل از رمزنگاری آنالوگ است و مبتنی بر تکنیک تئوری اطلاعات است.

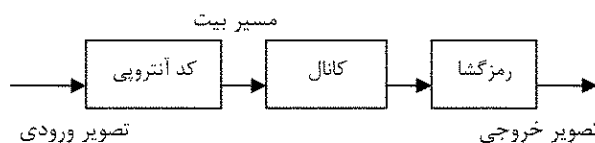
آنتروپی معیاری برای سنجش متوسط اطلاعات موثر در تصویری است که بصورت مقادیر باینری نمونه برداری شده و دارای احتمال وقوع

بیشتری است. آنتروپی در واقع میزان مشکل بودن کدگذاری یک تصویر است.

آنتروپی میزانی از اطلاعات در واحدهای x_ary با منبعی از منبع اصلی است. اینجا J عدد متفاوتی از منبع و $p(a_j)$ احتمالی از منبع a_j است.

$$\text{entropy} = - \sum_{i=1}^j p(a_i) \log_n p(a_j)$$

موقعی که مبای لگاریتم ۲ است آنتروپی در بیتها با پیکسل سنجیده می‌شود. آنتروپی منبع اصلی تئوری محدودی از کوچکترین عدد در بینبتهای مورد نیاز رمز هر منبع در میانگین است. فشرده‌سازی بدون اتلاف با ارجاع به رمزگذاری آنتروپی نیز امکانپذیر است اما با وجود آنتروپی نتیجه بهتری خواهد داشت. آنتروپی، مقدار متوسط اطلاعات (برحسب واحد ۲تایی بر نماد) که با مشاهده یک خروجی منبع بدست می‌آید، اگر آنتروپی افزایش یابد، عدم قطعیت نیز بیشتر می‌شود و بنابراین اطلاعات بیشتری به منبع منتسب می‌شود. اگر نمادهای منبع با احتمال مشابه باشند، آنتروپی یا عدم قطعیت معادله فوق بیشینه می‌شود و منبع بزرگترین مقدار متوسط ممکن اطلاعات را در هر منبع تولید می‌کند. پس از مدل‌سازی منبع اطلاعات، نسبتاً به سادگی می‌توان تابع انتقال کانال اطلاعات را بدست آورد.



شکل (۴): مدل استاندارد تکنیک فشرده سازی بدون اتلاف [۹]

۳-۴- رمزگذاری LZW

فشرده‌سازی LZW رشته‌هایی از کاراکترها را با کدها عوض می‌کند. کدبندی‌های زیادی در کارایی متنی انجام نمی‌دهد در عوض تعداد زیادی کاراکتر را در جدول رشته‌ها جمع می‌کند. در این متد، فشرده‌سازی زمانی موفق‌البت که فقط یک خروجی در عوض رشته کاراکترها باشد. کدی از الگوریتم LZW خروجی‌های زیادی به طول اختیاری می‌تواند باشد اما باید بیت‌های اول از زیادی در کاراکتر باشد. ابتدا ۲۵۶ کد بصورت پیش‌فرض نسبت به تنظیم استاندارد کاراکتر وجود دارد. ادامه کدها نسبت به رشته‌ها از پردازش‌های الگوریتم هستند. این تکنیک کلمه‌های طول رمز ثابتی را به کدبندی‌های طول متغیری از نمادهای منبع نسبت می‌دهد. خاصیت مهم رمزگذاری LZW این است که نیازمند پیشگویی از احتمال وقوع نمادهایی که باید رمزگذاری شوند، نیست. هدف LZW حذف افزونگی بین پیکسلی است. این تکنیک برای تصاویر با پسوند TIFF, GIF می‌باشد. [۱۳] LZW برای فایل‌هایی که شامل داده‌کاری زیادی نیستند به بهترین شکل ممکن کار می‌کند.

۳-۵- کد هافمن

رمزگذاری هافمن تکنیک فشرده‌سازی داده‌ای کلاسیک است. این تکنیک می‌تواند مکمل الگوریتمهای فشرده‌سازی دیگر باشد. از آن در آماری از الفبای در منبع اصلی و سپس تولید کدهای مربوط رمزگذاری برای این الفباها مورد استفاده قرار می‌گیرد. هافمن نگاشت منحصر به فرد رشته‌هایی از بیتها با اندازه‌های کوچک خروجی است. برای مثال شما منبع تولید ۴ نماد متفاوت $\{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ به احتمال $\{0.4, 0.35, 0.2, 0.05\}$ دارید. تولید درخت باینری از چپ به راست از کوچکترین نماد احتمالی انجام گرفته، آنها را به هم به فرم دیگری معادل نماد احتمالی قرار داده و بصورتی که این محاسبات بطور مساوی روی دو نماد انجام می‌گیرد. این عمل تا زمانی که فقط دو نماد وجود دارد انجام می‌شود. آنوقت درخت هافمن به صورت عقبگرد از راست به چپ با جایگزینی بیتهایی از $[0,1]$ به شاخه‌های متفاوت انجام می‌گیرد.

جدول (۱): کد هافمن

کد	نما
0	a_1
10	a_2
111	a_3
110	a_4

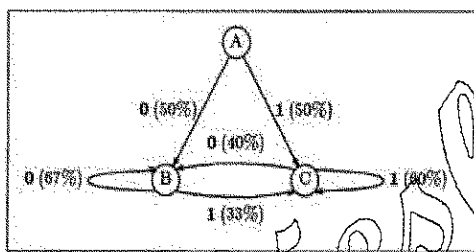
این تکنیک بوسیله درخت دودویی متشکل از گره‌ها ایجاد می‌شود. اینها در آرایه مرتب می‌توانند ذخیره شوند، اندازه‌شان به عددی از نماد N بستگی دارد، گره می‌تواند یکی از برگ یا گره داخلی باشد. آغاز همه گره‌ها برگ‌ها هستند، که شامل نماد خودکار بوده، وزن نماد و انتخاب، ارتباط به والدین گره که در خواندن کد شروع از برگ آسان می‌سازد. نودهای داخلی شامل وزن، ارتباط به دو گره فرزند و ارتباط اختیاری به گره پدر هستند. همچنین شامل قرارداد بیت 0 معرف دنباله فرزند چپ و بیت 1 معرف دنباله فرزند راست است. در پایان درخت N گره برگ و $n-1$ گره داخلی دارد. درخت هافمن با دنباله مراحل زیر ساخته می‌شود:

- شروع با برگهای بیشتر که نمادها هستند.
- تمام برگ گره‌های صف در داخل اولین صف قرار می‌گیرد.
- بیشتر از یک گره در صف خواهد بود:
- انتخاب دو گره با پایین‌ترین وزن در صف.
- ایجاد گره داخلی جدید با حذف دو گره‌های درست فرزندان و محاسبه این وزن‌ها از وزن جدید.
- در صف گره جدید در داخل rear از صف دوم.

۳-۶- کد DMC

جریانی از بیتها است که پارامتر گسسته توسط مدل زنجیره‌ای مارکوف تولید شده است. یک چنین مدلی برای توصیف همه نظریه‌های عمومی مانند هافمن، RLE و نیز برای دیگر تکنولوژی‌های فشرده‌سازی کافی است. زنجیره مارکوف در رمزگشا با احتمالاتی از کاراکتر باینری شامل 0 و 1 تهیه می‌گردد. بعد تخمین احتمال در کد داده به ترتیب مورد استفاده قرار می‌گیرد که می‌توان کاراکتر پیغام حقیقی را با انتقال به حالت جدید در زنجیره مارکوف استفاده کرد. حالت جدید وسیله‌ای برای پیش‌بینی احتمالی از پیغام بعدی بیت و پس از آن است. مدل زنجیره‌ای مارکوف (DMC) ترکیبی از تولید بیت وار با گرایش رمزنگار ریاضی است و تکنیک قدرتمندی برای فشرده‌سازی تصویر می‌باشد. مدل DMC همچنین می‌تواند با دیگر الگوریتمهای فشرده‌سازی دیگر ترکیب شود.

رمز نگار DMC تقریباً با نتایج یکسان انجام می‌گیرد که این آشکارا و واضح در الگوریتم رمزنگاری نشان داده می‌شود. متد DMC می‌تواند در بعضی از حالات آسانترین، سریعترین، با پایین‌ترین مصرف حافظه و با کمترین زمان مصرفی برای CPU باشد. بطوریکه مقایسه نامبرده در بالا ترکیبی از تکنیک مدل پویای مارکوف و رمزنگاری ریاضی بیت‌وار بهترین نتایج را دارد. برخلاف کد هافمن که دوگذر است مدل رمزگذاری پویای مارکوف یک گذر بوده و همانند RLE در یک زمان رمزگذاری می‌شود. بیشتر نتایج به ارزیابی عملکرد رمز پویای مارکوف مطابق با اجرا درست الگوریتم رمزگذاری طول اجرا برای تصاویر باینری بوده و زمان اجرای لازم برای تابع رمزگذاری DMC دوبار بیشتر از RLE است.



شکل ۵: نمونه‌ای از مدل زنجیره‌ای مارکوف [۱۴]

۳-۷- رمزگذاری ریاضی

تکنیک رمزگذاری ریاضی محدودیتی نداشته و اثر یکسان پیغام مورد بحث به دست آمده است. بنابراین تئوری انتروپی محدود به راندمان فشرده‌سازی برای هر منبع است.

رمزگذاری ریاضی نسبت به تکنیک رمزنگاریهای بدون اثلاف، پیچیده و دشوارتر از کد هافمن است. رمزنگاری ریاضی با ارائه پیغامی با فاصله-ای از اعداد حقیقی در میان 0 و 1 کار می‌کند. نمودار زیر تنظیم منابع با مدل فشرده‌سازی استاتیکی ثابت متشکل از پنج کاراکتر صدادار و علامت تعجب $\{a, e, i, o, u, !\}$ را نشان می‌دهد.

جدول (۲): مقایسه الگوریتمهای فشرده‌سازی بدون اتلاف

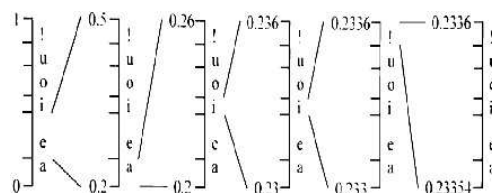
کاربرد	ویژگی	معایب	سرعت	پیاده‌سازی	فرمت‌های تحت پوشش
هافمن	آسان	نسبتاً کند	۱. وابسته به مدل استاتیکی ۲. رمزگشایی مشکل ۳. مدت زمان اجرای بالا در درخت هافمن	۱. دوگذر ۲. تهیه فشرده کد بهینه	JPEG
RLE	آسان	خروجی سریع	نسبت فشرده‌سازی بسیار پایین	با نویز تصادفی رمزگذاری سنگین	BMP, PCX, TIFF, TGA
LZW	آسان	سریع	۱. مدیریت دشوار جدول داده‌ای ۲. ذخیره‌سازی با فضای بیشتر	تکنیک مبتنی بر دیکشنری	GIF, TIFF, PDF
ریاضی	نسبت به هافمن دشوار است.	سریع	تکنیک استاتیکی	۱. کاهش اندازه فایل ۲. بیشترین رخداد دنباله با کمترین بیت	فرکانس‌هایی با دنباله‌ای از پیکسلها
DMC	آسان	بسیار سریع	—	۱. یک گذر ۲. بیت وار با گرایش ریاضی ۳. کمترین زمان مصرفی برای CPU	TIFF, BMP, PCX, TGA

تصور می‌باشد. هریک از رمزگذاری‌های ذکر شده بصورت معکوس و طبق روال هر رمزنگار، رمزگشایی می‌شوند. برای توانایی ذخیره و انتقال اطلاعات به فرم بهینه، فشرده‌سازی تصاویر می‌تواند بصورت بدون اتلاف و پراتلاف صورت گیرد. فشرده‌سازی بدون اتلاف برای کاربردهایی مانند نقشه‌کشی تکنیکی، آیکن‌ها، محتویات پردازش تصویر پزشکی، تصاویر اسکن شده برای اهداف بایگانی، تصاویر ماهواره‌ای، رادیوی اینترنتی، ویدیو کنفرانس (ارسال بلادرنگ تعاملی)، DVD، VCD، وب و... مورد استفاده قرار گیرد.

مراجع

- [۱] گونزالس، وودز و دیننز، مترجم: کیا، سیدمصطفی، ۱۳۸۸، پردازش تصویر دیجیتال در مطلب، تهران، انتشارات کیان رایانه سبز، چاپ اول.
- [۲] گونزالس، وودز، مترجم: خادمی، مرتضی، جعفری، داوود، ۱۳۸۲، پردازش تصویر رقمی، مشهد، انتشارات دانشگاه فروسی مشهد، چاپ دوم.
- [۳] فراهی، احمد، ۱۳۸۹، برنامه سازی پیشرفته، تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور، چاپ هفتم
- [۴] سجادی، سید احسان، فدایی، ربابه، ۱۳۸۶، پردازش عملی تصویر با مطلب، تهران، انتشارات ناقوس، چاپ دوم.

- [5] ANAHIT HOVHANNISYAN, B.S., COMPARISON MODELS Sannella, M. J.,
- [6] Guy E. Blelloch, Introduction to Data Compression
- [7] Image Compression, Greg Ames Dec.07, 2002
- [8] www.mathworks.com
- [9] Digital signal and image processing using matlab, Maurice Charbit Gérard Blanchet, ISBN-13: 978-1-905209-13-2 ISBN-10: 1-905209-13-4
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_graphics_file_formats
- [11] G.V cormark and horspol, data compression using dynamic markov modeling, may 1986.



این پردازش از باریک کردن مقدار بازه هر منبع برای ادامه رمزگذاری انتخاب شده است تا اینکه با علامت «» پایان رسانده شده است. رمزنگاری پیغام می‌تواند به طور منحصر بفرد با مقدار آخرین بازه رمزگشایی شود. برای فاصله دامنه، کد ریاضی بهتر از هافمن خواهد بود چرا که در کد ریاضی اهداف تخمین آنتروپی بهتر از رمزنگار هافمن است. کد ریاضی رمزهای غیربلوکی تولید می‌کند. [۳]

۴- معیار کارایی

معیار کارایی فشرده‌سازی بدون اتلاف عبارتند از:

- میزان فشرده‌سازی: به میزان آنتروپی محدود است.
- پیچیدگی کد کننده: محاسبات لازم برای فشرده‌سازی.
- تاخیر: زمان لازم برای فشرده‌سازی.

به طور کلی هرچه میزان فشرده‌سازی بیشتر باشد، پیچیدگی و تاخیر افزایش می‌یابد. (و بر عکس) [۷]

۵- مقایسات

در این مقاله الگوریتمهای موجود برای فشرده‌سازی تصویر براساس معیارهای سرعت، ویژگی و پیاده‌سازی مورد بررسی قرار گرفته و در جدول ۲ ارائه گردیده است.

۶- نتیجه‌گیری

فشرده‌سازی تصویر، کاربردی از فشرده‌سازی اطلاعات بر روی تصاویر دیجیتال است. به عبارتی هدف از این کار، کاهش افزونگی محتویات