

پیاده سازی موثر درخت صفر ادغام شده در فشرده سازی تصویر بر پایه

موجک با نرخ فشرده سازی بالا

مهدی فتاحی

دانشکده مهندسی کامپیوتر
دانشگاه آزاد اسلامی
اراک

Fattahi.mh2000@gmail.com

چکیده

در این مقاله،

انتخاب میزان آستانه و وجود صفرهای منفرد تاثیر بالایی بر فشرده سازی تصویر و کیفیت تصویر باز سازی شده خواهد داشت در این مقاله روشی برای انتخاب بهینه آستانه و حذف صفرهای منفرد در پیاده سازی درخت صفر ادغام شده بر پایه موجک ارائه شده است.

کلمات کلیدی

موجک درخت صفر ادغام شده EZW، تبدیل موجک، ترتیب آستانه، صفر منفرد

۱- مقدمه

محبوبیت کاربردها چند رسانه ای همراه پیشرفت تکنولوژی ویدئو دیجیتال، تکنولوژی فشرده سازی تصویر مورد توجه محققین قرار گرفته است و با توجه به آنکه کشورمان به تازگی وارد باشگاه فضایی شده و ارسال تصاویر از ماهواره به زمین یکی از نیازهای مهم در این زمینه است، لزوم توجه به این مهم امری بدیهی به نظر می رسد.

الگوریتم موجک درخت صفر ادغام شده EZW توسط شاپیرو [2] بر اساس تشابه مکانی ضرایب بین مقیاسهای مختلف تصویری است که تبدیل موجک روی آن اعمال شده مطرح شد. این الگوریتم به کارایی فشرده سازی بالا با پیچیدگی پایین دست یافته است. بعضی از مهمترین الگوریتمهایی که بعد از الگوریتم موجک درخت صفر ادغام شده EZW ارائه شد شامل:

- مجموعه قسمت بندی شده در درختهای طبقه بندی شده SPIHT [3] که این روش بر اساس ترتیب جزئی مقادیر زیر مجموعه هایی از مقادیر ارزشمند با توجه به میزان آستانه ایجاد می شود.
- مجموعه قسمت بندی بلاک ادغام شده SPECK [4] که از یک تابع مجموعه بندی بازگشتی به منظور مرتب کردن ضرایب موجک نسبت به مقدار آستانه که اعداد صحیح به توان دو هستند استفاده میشود.

که این روشها از کدینگ ادغام شده برای ایجاد یک جریان باینری ادغام شده به منظور فشرده سازی تصویر استفاده می کنند. از مشکلاتی که وجود دارد می توان به این موارد اشاره کرد: ۱- جستجو کردن درخت صفر و تمایز آن از صفرهای منفرد به منظور کد کردن، پروسه ای زمان بر است. ۲- میزان آستانه بدون توجه به میزان پراکندگی ضرایب، در هر بار چندی کردن کاهش می یابد.

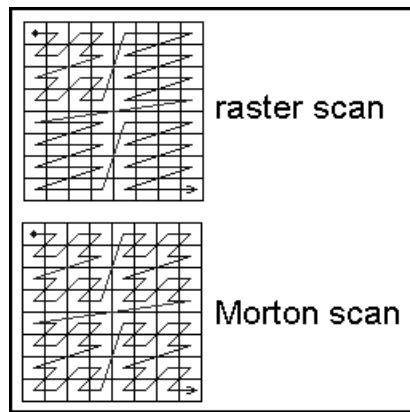
در این مقاله قصد داریم که با حل دو مشکل فوق علاوه بر آنکه سرعت الگوریتم را افزایش دهیم، نسبت فشرده سازی و کیفیت تصویر باز سازی شده را نسبت به EZW بهبود بخشیم.

۲- بررسی الگوریتم موجک درخت صفر ادغام

شده EZW

۲-۱- تبدیل موجک برای تصاویر [5]

تصویر اصلی که توسط تبدیل موجک پردازش می شود، به باندهای فرکانسی تجزیه می شود که ترکیبی از چند قسمت باند فرکانسی بالا و یک قسمت باند فرکانسی پایین است. یک تجزیه فرکانسی برای هر سطح وجود دارد. چهار باند فرعی تصویر در هر سطح شامل اطلاعات فرکانس پایین مشابه اطلاعات فرکانس بالا در جهت های مختلف است که عمودی، افقی و قطری هستند.



شکل (۲): انواع پیمایش ضرایب موجک [6]

پروسه پیمایش دارای چهار قدم است: (۱) انتخاب آستانه برای پیمایش پی در پی. (۲) ضرایب موجک برای تولید درخت صفر اسکن و کد می شوند به صورتی که در طول این پروسه ZT ریشه درخت صفر، IZ صفر منفرد، P مثبت و ارزشمند و N منفی و ارزشمند در یک لیستی به نام dominant_list ذخیره می شود. هنگامی این پروسه کامل می شود که ضرایب تخصیص یافته به P و N در یک لیست به نام subordinate_list مرتب شوند. در این بین تمام مکانهای مربوط علامت گذاری شده و یا مقدار صفر را می گیرند تا از اسکن دوباره این مکانها در مراحل بعدی جلوگیری شود. (۳) ضرایب موجک در subordinate_list ، دارای مقدار مشخصی بعد از اسکن dominant_list هستند. (۴) ارسال اطلاعات انکدر که اطلاعات کد شامل آستانه ، subordinate_list و dominant_list ها است.

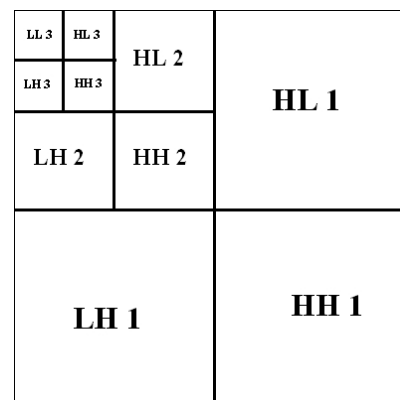
۳- الگوریتم موجک درخت صفر ادغام شده موثر (Effective embedded zerotree wavelet) EEZW

۳-۱- نقاط ضعف الگوریتم EZW

الف) به طور کلی، کد ایجاد شده توسط EZW دارای دو قسمت است: کدی که از گذار dominant بدست می آید و شامل Z, P, N و می باشد و کدی برای لیست subordinate_list که از گذار subordinate بدست می آید و به منظور دوباره سازی تصویر استفاده می شود. گذار dominant زمان بر است، چرا که برای تشخیص اینکه ضریبی ریشه درخت صفر است، باید تمام ضرایب در موقعیت مکانی فرزند که مقیاسهای بعدی وجود دارند، بررسی شوند تا مشخص شود که ضریب ارزشمندی در موقعیت فرزند قرار نداشته باشد.

ب) الگوریتم موجک درخت صفر ادغام شده EZW ، الگوریتمی دارای حلقه است که در این حلقه هر بار از مقدار آستانه کاسته می

اگر یک تصویر توسط Z امین سطح تبدیل موجک پردازش شود، به چهار باند فرعی تجزیه می شود. تصویر اصلی توسط تبدیل موجک به باندهای فرکانسی تجزیه می شود و باعث بوجود آمدن ترکیبی از باند فرکانسی بالا و باند فرکانسی پایین می شود که LL, LH, HL, HH نامیده می شوند. LL اطلاعات باند پایین را توصیف می کند که شبیه تصویر اصلی با نسبت رزولوشن پایینتر است. LH, HL, HH دارای اطلاعات لبه ها، طرح و بعضی جزئیات از باند جزئی قبل است. ارتباطات معینی بین باند های جزئی مختلف از ضرایب موجک وجود دارد. یک تجزیه سه سطحی در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱): تجزیه سه سطحی

۲-۲- الگوریتم موجک درخت صفر ادغام شده EZW

این الگوریتم بر دو مفهوم اساسی استوار است [2]:
الف) عموماً تصاویر معمولی یک طیف پایین گذر دارند و زمانی که تبدیل موجک بر روی اینگونه تصاویر اعمال می شود، انرژی موجود در زیرباندها با کاهش مقیاس کاهش می یابد. بنابراین دامنه ضرایب موجک به طور میانگین در زیرباندهای مقیاس بالا از اهمیت کمتری برخوردارند.

ب) ضرایب موجک بزرگتر از اهمیت بیشتری نسبت به ضرایب کوچکتر برخوردار هستند. انکدر EZW با کد کردن ضرایب به صورت نزولی در گذارهای مختلف، هر دو مورد بالا را مورد استفاده قرار می دهد.

۲-۳- چگونگی عملکرد الگوریتم EZW

جریان بیتی حاصل از پردازش تبدیل موجک، بر اساس اهمیت در الگوریتم موجک درخت صفر ادغام شده EZW ، مرتب می شود. ترتیب اسکن در باندهای فرعی از پایین ترین باند فرکانسی تا بالاترین آنها انجام می شود. بر این اساس و توجه به این اصل که دیکدر بدون دانستن مکان ضرایب قادر به باز سازی تصویر نخواهد بود، از روشهای از پیش تعریف شده استفاده می شود که در شکل (۲) معروف ترین آنها مشاهده می شود. [6].


```

If(coefficient>0){
Code coefficient as P and save code and its position in
dominant list } else{
Code coefficient as N and save code and its position in
dominant list }

```

همانگونه که مشاهده می شود، کدی برای صفرهای منفرد ایجاد نمی شود که در نتیجه از میزان کد ایجاد شده کاسته شده و یک کدینگ بهینه حاصل می شود. با توجه به شرایطی که ذکر شد، در دیکدر نیاز به یک فاز اضافی برای اصلاح است، به این صورت که دیکدر در مکان ضریب کد شده حاصل از فاز دوم گذار dominant، مقدار صفر قرار می دهد و بعد از اینکه به ضریب علامت گذاری شده رسید، به مکان ضریب رفته و مقدار آن را اصلاح می کند.

(ب) محاسبه آستانه با استفاده از توزیع ضرایب

مقدار دهی اولیه:

$$p = \max_{i,j} x(i,j) \quad (1)$$

$$= (h \times \dots) / (i,j) - \min_{i,j} x(i,j) \quad (2)$$

$$i=0 \quad (3)$$

در پروسه چندی سازی پی در پی از کد زیر استفاده می شود:

1. Do {i=i+1
2. If ((H(,)/(-)) ≤ (F/2)){
3. = (/2)} else{
4. = ((+)/2)}
5. =
6. Dominant_pass();
7. Subordinant_pass();
8. while(> min x(i,j))

$y(i,j)$ به معنای ماتریس ضرایب حاصل از تبدیل موجک است، $H(,)$ نشان دهنده تعداد ضرایب موجک در فاصله و می باشد، h و w ابعاد ماتریس ضرایب موجک هستند. باید توجه داشت که این روش محاسبه آستانه، زمان بیشتری نسبت به الگوریتم EZW نیاز دارد، اما این زمان توسط بهبودی که در قسمت الف حاصل شد، جبران می شود.

۴- پیاده سازی و بررسی نتایج :

۴-۱- پیاده سازی الگوریتم EEZW :

ما برای پیاده سازی از تصویر لینا با اندازه ۲۵۶ × ۲۵۶ (۶۵۵۳۶) بیت استفاده کردیم و الگوریتم EZW و الگوریتم EEZW را شبیه سازی کرده که نتایج در جدول (۱) مشاهده می شود و

شود. به این صورت که در اولین بار مقدار آستانه از فرمول (۱) بدست می آید.

$$(1) \quad (I, \dots) = 2$$

در این فرمول $(,)$ یعنی بزرگترین مقدار ضرایب موجک تصویر مربوطه و $| (,) |$ قدر مطلق ضرایب موجک است که می خواهیم الگوریتم EZW را روی آن اعمال کنیم. [2]

بعد از اینکه مقدار اولیه آستانه مشخص شد در هر مرحله مقدار آستانه نصف می شود تا مقدار آستانه صفر شود و یا نرخ بیتی مورد نظر بدست آید. ملاحظه می شود که در طی انجام این روند هیچ گونه توجهی به چگونگی توزیع ضرایب موجک نمی شود. این در حالی است که اگر به نکته فوق توجه شود، تصویر باز سازی شده در بازسازی تصویر دارای کیفیت مطلوب تری می باشد.

۳-۲- پیشنهادهایی برای بهبود نقاط ضعف الگوریتم EEZW

الف) همانطور که اشاره شد، پیمایش درخت یک ضریب، برای اینکه مشخص شود درخت صفر است یا نه، مستلزم صرف زمان زیادی است و نیز باید به این نکته توجه داشت که بررسی ما نشان می دهد که تعداد صفرهای منفرد، سهم بالایی را در لیست dominant_list به خود اختصاص داده است و علت آن هم وجود ضریب ارزشمندی در موقعیت فرزندان یک ضریب است که مقدار آن از آستانه کمتر است. در روش ما گذار dominant دارای دو فاز است: الف) در این فاز اگر قدر مطلق ضریبی از ماتریس، بزرگتر از آستانه بود برا اساس علامتشان به صورت P یا N کد شده و ضرایب صفر منفرد ایجاد نمی شود. یعنی اگر ضریبی کوچکتر از مقدار آستانه باشد به عنوان درخت صفر کد می شود و ضرایب فرزندان وابسته به آن پیمایش و کد نمی شوند. ب) در این فاز، ضرایب ماتریسی که حاصل از پیمایش فاز اول هستند پیمایش شده که ممکن است بعضی از ضرایب که قدر مطلق آنها بزرگتر از آستانه هستند، کد نشده باشند. چرا که این ضرایب در موقعیت فرزند درخت صفری قرار گرفته اند که در این صورت، علاوه بر اینکه ضریب کد می شود، باید مکان آن ضریب نیز ذخیره گردد. گذار dominant اصلاح شده به این صورت است:

```

scan coefficients in image matrix {
If (|coefficient| >= T){
If(coefficient>0){
Code coefficient as P and save in dominant list } else{
Code coefficient as N and save in dominant list }} else{
Code coefficient as ZT and save in dominant list and do not
code any of its descendants } }

```

```

scan coefficient in Modified image matrix {
If (|coefficient| >= T){

```


EZW پیشنهاد شد. سپس این الگوریتم موثر EEZW پیاده سازی شد و بابررسی نتایج دیده شد که این الگوریتم از لحاظ PSNR و زمان اجرا مشخصات بهتری نسبت به EZW دارد.

شکل (۳) تصویر لینا را در نسبتهای فشرده سازی متفاوت نشان می دهد.

جدول (۱): نتایج پیاده سازی تصویر لینا ۲۵۶×۲۵۶

compression Ratio	PSNR(db)		Time	
	EZW	EEZW	EZW	EEZW
8:1	36.45	36.74	182.63	181.43
32:1	32.51	32.89	63.28	62.21
64:1	30.01	31.83	40.12	38.91

سپاسگزاری

با تشکر از راهنماییهای دکتر مسعود صباغی که در انجام این مقاله یاری رسان اینجانب بودند.

مراجع

- [1] Balaji Vasan Srinivasan: Image Compression Using Embedded Zero-tree Wavelet Coding (EZW) 2005
- [2] J.M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients," *IEEE Trans. Signal Process*, 41, pp, 3445-3462.. 1993
- [3] A. Pearlman, "A new, fast and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technology*, vol. 6, , pp, 243-250. 1996
- [4] A. Islam and W. A. Pearlman, "An embedded and Efficient low-complexity hierarchical image coder," *VCIP'99*, Vol. 3653, pp 294-305, San Jose, CA, 1999.
- [5] Geoffrey M. D., Wavelet-based Image Coding an Overview: Retrieved June 16, 2005 from the World Wide Web: <http://www.geoffdavis.net/papers/accsc.pdf>
- [6] C, Valens. (1999-2004). EZW encoding. Retrieved October 2, 2004 from the World Wide Web: <http://perso.wanadoo.fr/polyvalens/clemens/ezw/ezw.html>



(ب)

(الف)



(د)

(ج)

شکل (۳): (الف) تصویر اصلی ۲۵۶ ۲۵۶ لینا (ب) تصویر باز

سازی شده با نسبت فشرده سازی ۸:۱ (ج) ۳۲:۱ (د) ۶۴:۱

۴-۲- بررسی نتایج

در مقایسه با الگوریتم موجک درخت صفر ادغام شده EZW ، الگوریتم EEZW ارائه شده در این مقاله از نظر PSNR و زمان اجرا دارای مشخصات بهتری است. هرچه تعداد ضرایب ارزشمند، یعنی ضرایبی که قدر مطلق آنها بزرگتر از مقدار آستانه باشد، در موقعیت فرزند یک ضریب بی ارزش، کمتر باشند، این روش بهینه تر خواهد بود.

۵- نتیجه گیری

در این مقاله، ضمن بررسی الگوریتم EZW روشهایی جهت انتخاب آستانه مناسب و حذف صفرهای منفرد به منظور بهینه سازی الگوریتم