فصلنامه علمی- پژوهشی
فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران

سال هفتم، شماره‌های ۲۵ و ۲۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۴
صص: ۱۵- ۲۶

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

الگوریتم جدید انتخاب مُد داخل فریمی سریع در استاندارد کدگذاری ویدیویی H.264/AVC

مهناز نژادعلی* مهدی جعفری** مجید محمدی***

* کارشناس ارشد، مهندسی برق و الکترونیک، دانشگاه‌آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
** استادیار، گروه برق، دانشگاه‌آزاد اسلامی، دانشکده‌فنی، کرمان
***دانشیار، گروه برق و کامپیوتر، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، تهران
تاریخ دریافت:۹۲/۰۳/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۰

چکیده

با افزایش روزافزون ارتباطات ویدیویی در دستگاه‌های قابل‌حمل و کاربردی، طراحی کدکننده‌ها با میزان پیچیدگی کم و عملکرد بالا موردنیاز است. استاندارد H.264/AVC کارایی فشرده‌سازی بالاتری را نسبت به استانداردهای قبلی ارائه می دهد. اما این استاندارد با بکارگیری چندین تکنیک کدگذاری قدرتمند، پیچیدگی کدگذار را بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد. این مقاله الگوریتم جدیدی برای کاهش پیچیدگی کدگذار H.264/AVC ارائه می‌دهد. روش پیشنهادی از ماسک‌های جهت‌دار ساده، مُد بلوک‌های همسایه و تشخیص مُد تخمین داخلی ۴×۴ و/یا۱۶×۱۶ با تعیین پارامترهای کوانتیزه به منظور انتخاب سریع مُد در پیش‌بینی به روش داخل‌فریمی استفاده می‌کند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که روش پیشنهادی زمان کدگذاری را ماکزیمم ۲۹٪ درصد کاهش می‌دهد در حالی که تاثیر ناچیزی در کیفیت تصویر و میزان PSNR دارد.

واژه‌های کلیدی: کدگذاری ویدیو، H.264/AVC، پیش‌بینی، داخل‌فریمی، RDO

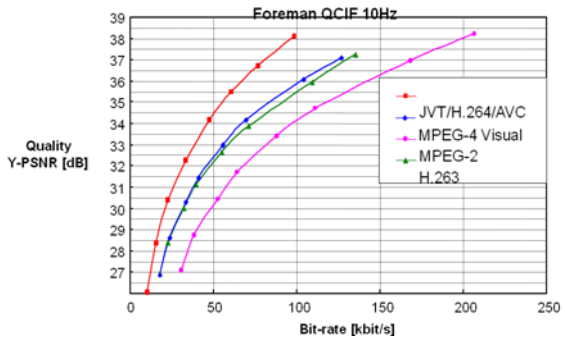
۱- مقدمه

از آنجائیکه کاربردهای جدید چندرسانه‌ای (استفاده از انواع مختلف شبکه‌ها) به سرعت در حال رشد می‌باشد، کدگذاری ویدیو به کارایی بیشتر و ویژگی‌های تازه نیازمند است. استاندارد کدگذاری ویدیو H.264/AVC در سال ۲۰۰۳ و به طور مشترک توسط تیم‌های ویدیویی ISO/IEC MPEGو ITU_T VCEG تحت عنوان استاندارد بین-المللی کدگذاری ویدئو پیشرفته با نام14496-10 (MPEG-4 part 10یا H.264/AVC) ارائه شده است [1].

استاندارد H.264/AVC می‌تواند کیفیت تصویر خوبی را در نرخ داده‌ای که اساسا پایین‌تر از آنچه استانداردهای قبلی ارائه دادند بدون پیچیده و گران کردن سیستم فراهم آورد. این استاندارد دارای کارائی بسیار بالاتری نسبت به استانداردهای پیشین می‌باشد و به دلایل افزایش بازده فشرده‌سازی(نرخ بیت متوسط آن تا ۵۰٪ نسبت به H.263 , MPEG-4 و MPEG-2 صرفه‌جویی می‌کند)، سازگاری با محدودیت تاخیر زمانی, مقاومت در مقابل خطا و آسانی کارکرد

نویسنده عهددار مکاتبات: مهناز نژادعلی m.nejadali@gmail.com

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026



شکل۱- مقایسه کدک‌های H.263 , MPEG-4 و MPEG-2 با H.264[2]

در انواع مختلف شبکه‌ها، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. شکل (۱) کیفیت این کدکننده را در مقایسه با سایر کدک‌ها و در نرخ بیت‌های مختلف نشان می‌دهد. در این استاندارد مزایای روش‌های مختلف استانداردهای کدگذاری قبلی بکار گرفته شده و در یک پروسه با هم ترکیب شده‌اند؛ پیش‌بینی داخل و بین‌فریمی، تبدیل با عنصرهای اعداد صحیح، کدگذاری طول-صفر و کدگذاری آنتروپی منجر به کاهش افزونگی مکانی، زمانی و آماری در این استاندارد گردیده است[2].

از عواملی که کدک H.264 را از استانداردهای قبلی متمایز ساخته جبران حرکت در ماکروبلوک‌های ۱۶×۱۶ پیکسلی با ابعاد مختلف است و این استاندارد برای کدگذاری بیشترین استفاده را از مُد تخمین/جبران حرکت یا پیش‌بینی بین‌فریمی می‌برد. دقت جبران حرکت در این استاندارد در حالت عادی یک چهارم پیکسل است و می‌تواند تا یک هشتم پیکسل با پیچیدگی بیشتر افزایش یابد. کدگذار H.264 از بلوک‌های با سایز کوچک‌تر برای بخش‌های متحرک تصویر و از بلوک‌های با سایز بزرگ‌تر برای پس زمینه‌ها استفاده می‌کند تا کارآیی کدینگ و کیفیت را همزمان بالا ببرد.

اما گاهی بهتر است یک ماکروبلوک به جای مُد بین فریمی به صورت داخل فریمی کدگذاری شود. برای این کار واریانس خود بلوک را با واریانس تفاوت آن با فریم قبلی مقایسه کرده و کمترین انرژی را مبنا قرار می‌دهیم. برای انرژی های زیاد(واریانس بالا) تفاوتی در انتخاب مُد داخل/بین فریمی وجود نداشته ولی در انرژی های کم نوع بین فریمی ترجیح داده می شود. لذا در تصاویر ویدیویی که در اثر تغییر صحنه و یا حرکت های سریع تفاوت بین فریم‌ها از اطلاعات داخل یک فریم بیشتر است روش داخل فریمی ترجیح داده می‌شود و تعداد بیت کمتری ایجاد می‌کند. همچنین ماکروبلوک‌هایی که به صورت داخل فریمی کدگذاری می شوند در مقابل خطای کانال مقاوم‌تر هستند و مصونیت را در مقابل خطای کانال افزایش می‌دهند[2].

پیشگویی داخل فریمی از مهمترین عوامل برتری تکنیک کدینگ H.264/AVC نسبت به دیگرروشهای فشرده سازی استاندارد است که از تشابهات مکانی جهت‌دار برای کاهش افزونگی استفاده می‌کند. تکنیک بهینه‌سازی نرخ اعوجاج(RDO) در این استاندارد برای انتخاب بهترین مُد پیش‌بینی داخل‌فریمی و دستیابی به بهترین مُد کدکردن و بالاترین بازدهی بکار گرفته می‌شود[1]. کدگذار در کدکردن بلوک موردنظر، برای یافتن بهترین حالت نرخ اعوجاج(RD)، باید همه مُدهای ممکن برای کدینگ داخلی را تست کند و ارزش‌های RD آنها را محاسبه نماید تا مُدی که کمترین اعوجاج را ایجاد کند، برگزیند. اما تعیین مقادیر ارزش RD برای نمونه های روشنایی(LUMA) و رنگ (CHROMA) در یک ماکروبلوک، نیازمند محاسبات بسیار بوده و منجر به افزایش پیچیدگی می‌گردد[3] که کارکرد این استاندارد را برای کاربردهای بلادرنگ با مشکل مواجه می‌کند.

تلاش‌های زیادی برای توسعه الگوریتم‌های پیش‌بینی داخل‌فریمی سریع و کاهش زمان کدگذاری در این استاندارد انجام شده است. پان و همکاران[4، 5، 6] الگوریتم‌های برآورد مُد داخلی با استفاده از نمودار ستونی(هیستوگرام) آشکارسازی لبه و شناسایی لبه محلی با روش پیش‌پردازش را پیشنهاد کردند، که در آن اندازه‌گیری جهت لبه بلوک به منظور کاهش تعداد مُدهای احتمالی و کاهش پیچیدگی

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

انجام می‌گیرد. هرچند این روش برای آشکارسازی راستای لبه و دسته‌بندی در یک راستای محدود، نیازمند عملیات اضافی بوده که باعث اتلاف زمان کدگذاری می‌گردد. یک الگوریتم تصمیم‌گیری مُد داخلی سریع برای پیش‌بینی داخلی H.264 در مرجع [7] ارائه شده است. این الگوریتم با استفاده از ویژگی‌های ماکروبلوک و تخمین یکنواختی و همگن بودن آن یکی از مُدهای ۴×۴و ۱۶×۱۶ را برای تعیین بهترین مُد پیش‌بینی برمی‌گزینند. این الگوریتم ۳۰ تا ۶۰ درصد محاسبات را کاهش داده در حالیکه عملکرد PSNR و نرخ بیت با استاندارد H.264 یکسان می‌باشد. الگوریتم سریعی برای انتخاب مد پیش‌بینی داخلی بهینه با بکار بردن ماسک‌های ساده جهت‌دار و اطلاعات مد بلوک همسایه، در مرجع [8] وجود دارد که تا۷۰٪ زمان کدگذاری را کاهش می‌دهد. روشی مبتنی بر خصوصیات آماری برای پیش‌بینی مُد داخلی روشنایی در مرجع [9] ارائه شده است که ۴۵٪ در زمان کدگذاری صرفه جویی می‌کند. مرجع [10] با پیشنهاد دو تکنیک "تصمیم مُد پرش زودهنگام" و "تصمیم مُد داخلی انتخابی" پیچیدگی کدگذاری را کاهش داده و سرعت کدگذاری را به طور متوسط ۳۰٪ بهبود می‌بخشد. در مرجع [11]، یک الگوریتم سریع بر پایه انتخاب نوع بلوک و اطلاعات لبه محلی که از محاسبه پارامترهای ویژگی لبه و تکنیک‌های نمونه‌برداری از عملیات انطباقی بدست می‌آید، معرفی شده است. این روش با افت بسیار کمی در مقدار PSNR، زمان کدگذاری را بیش از ۷۱٪ کاهش می‌دهد. روشی مبتنی بر بردار مرکز ثقل بلوک در مرجع [12] پیشنهاد شده است که جهت این بردار برای انتخاب جهت پیش‌بینی داخلی استفاده می‌شود. این الگوریتم با اتخاذ روشی هوشمند تعداد مُدهای کمتری که در محاسبات RD موردنیاز است بر می‌گزیند و فقط با محاسبه مقدار زاویه مرکز ثقل بهترین مُد پیش‌بینی داخل فریمی را انتخاب می‌کند. مرجع [13] تکنیک انتخاب مُد پیش‌بینی داخل‌فریمی را ارائه می کند که در آن محتوای بلوک و پیکسل‌های کناری بازسازی شده به منظور تسهیل روند کدگذاری بکار برده می‌شود. این روش می‌تواند به طور موثر مُدهای با احتمال پایین در محاسبات نرخ اعوجاج(RD) را حذف نماید. طرح تصمیم گیری مُد داخلی سریع مبتنی بر جهت بافت و زمینه تصویر در [14] ارائه شده است که تنها زیر مجموعه ای از مُدهای داخلی را مطابق با جهت بافت تصویر شناسایی شده، تست می‌نماید و می‌تواند تا۶۰٪ زمان کدگذاری را کاهش دهد.

در این مقاله الگوریتم ساده‌ای برای انتخاب مُد پیش‌بینی داخل‌فریمی ۴×۴ در نظر گرفته شده است. این الگوریتم با استفاده از ماسک‌های جهت‌دار و مُد بلوک‌های همسایه، بهترین مُد کاندید برای تخمین بلوک فعلی را بدست می‌آورد. با این روش می‌توان تعداد مُدهای RD در بلوک‌های ۴×۴ را از ۹ مُد، در بدترین شرایط به ۴ مُد و در بهترین شرایط به یک مُد کاندید کاهش داد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که این روش می‌تواند به میزان قابل توجهی زمان کدگذاری را کاهش دهد.

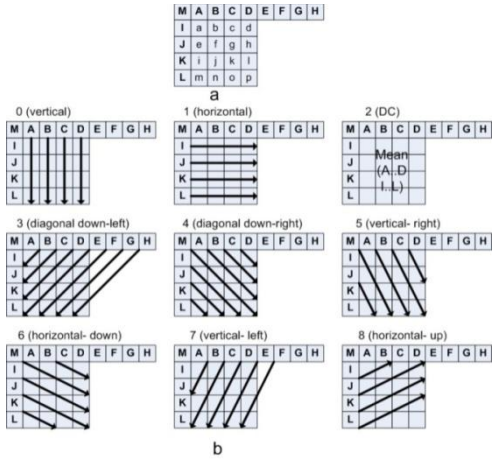
ادامه این مقاله بصورت زیر تنظیم گردیده است: در بخش ۲ پیش‌بینی داخل‌فریمی استاندارد H.264/AVC را بازبینی می‌کنیم. در بخش ۳ الگوریتم جدید مُد داخل فریمی سریع پیشنهادی مبتنی بر ماسک‌های جهت‌دار، مُد بلوک‌های همسایه و تشخیص مُد تخمین داخلی ۴×۴ و/یا۱۶×۱۶ با تعیین پارامترهای کوانتیزه معرفی می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی روش پیشنهادی در بخش ۴ ارائه می‌شود و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات در بخش ۵ آورده شده است.

۲- پیش‌بینی داخل‌فریمی در استاندارد H.264/AVC

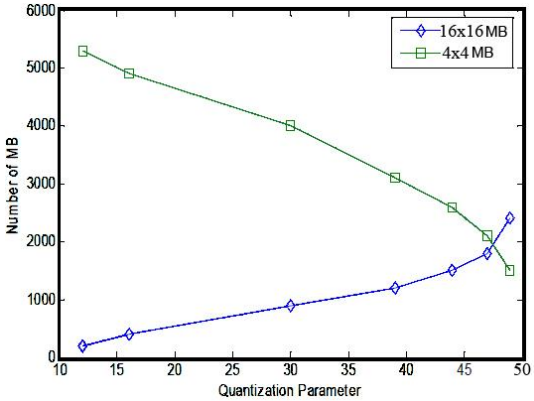
از آنجائیکه در یک فریم تصویر میزان افزونگی بالاست، مُد داخل فریمی در کاهش بیتهای افزونگی موردنیاز است در واقع پیش‌بینی داخل‌فریمی برای کاهش افزونگی مکانی در تصویر بکار برده می‌شود. در این روش ماکروبلوک فعلی از پیکسل‌های مجاور، ماکروبلوک‌های بالا و/یا چپ در انتخاب مُد تخمین و افزایش بازده کدگذاری استفاده می‌کند. تفاوت بین ماکروبلوک اصلی و ماکروبلوک کدگشایی شده توسط بهترین مُد تخمین کدگذاری می‌شود. لذا تعداد بیت‌های موردنیاز در کدگذاری نسبت به حالتی که تبدیل روی ماکروبلوک اصلی انجام گردد به مراتب پایین‌تر خواهد بود. مجموعه حالت‌های کدگذاری برای اطلاعات روشنایی در روش داخل‌فریمی، ۴×۴ و ۱۶×۱۶ و در تخمین رنگ، ۸×۸

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

می‌باشد. استاندارد اصلی H.264 هشت جهت تخمین به اضافه یک مُد DC(مُد ۲) را برای کدگذاری داخل فریمی بلوک‌های روشنایی۴×۴ استفاده می‌کند. جهت‌های تخمین همراه با بلوک ۴×۴ و پیکسل‌های مجاور آن در شکل (۲) نشان داده شده‌اند. جهت پیکان‌ها در این شکل جهت تخمین برای کدگذاری بلوک ۴×۴ را نشان می‌دهند. در قسمت‌هایی از تصویر که جزئیات زیادی وجود ندارد(نواحی صاف تصویر)، لزومی ندارد که از ۹ مُد تخمین استفاده شود زیرا تعداد مُدهای تخمین تاثیری در بازده کدگذاری ندارد و فقط اطلاعات سربار برای مشخص کردن جهت تخمین را بالا می‌برد. از این رو در این قسمت‌های تصویر در استاندارد H.264، کل ماکروبلوک (۱۶×۱۶) از ۴ نوع تخمین که عبارت‌اند از DC، افقی، عمودی و صاف استفاده می‌کند. در این استاندارد برای تخمین بلوک‌های رنگ، از تکنیک مشابه ۱۶×۱۶ و با ۴ تخمین برای دو بلوک رنگ پیشنهاد می‌گردد.



شکل۲- (a)بلوک ۴×۴ و پیکسل‌های مجاور (b) نه مُد تخمین در بلوک ۴×۴ روشنایی[15]



شکل۳- تعداد ماکروبلوک‌های کدشده داخلی ۴×۴ و ۱۶×۱۶ در پارامترهای کوانتیزه مختلف[16]

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

برای انتخاب بهترین مُد تخمین از میان مُدهای فوق این استاندارد از تکنیک RDO استفاده می‌کند و مُدی با کمترین ارزش RD به‌عنوان بهترین مُد برگزیده می‌شود. روش RDO مبتنی بر تابع لاگرانژ بوده و دادوستدی بین نرخ‌بیت و اعوجاج در آن مطرح می‌باشد. ارزش RD برای تعیین بهترین مُد تخمین داخل فریمی از معادله (۱) بدست می‌آید:

$$J = D+\lambda R \qquad (۱)$$

که در آن D اعوجاج، R نرخ بیت و λ ضریب لاگرانژین می‌باشد و از رابطه (۲) محاسبه می‌گردد:

$$\lambda = 0.85\times 2^{(QP-12)/3} \qquad (۲)$$

λ کوچکتر به‌معنای اعوجاج کمتر و نرخ بیت بیشتر و λ بزرگتر به معنای اعوجاج بیشتر و نرخ‌بیت کمتر است. R تعداد بیت مربوط به هر مُد و D از مجموع اختلاف مربعات بین بلوک اصلی و بلوک بازسازی شده محاسبه می‌گردد.

بنابراین تعداد ترکیبات ممکن انتخاب مُد برای اجزای روشنایی و رنگ در یک ماکروبلوک N8×(N4×16+N16)=۴×(۹×۱۶+۴)=۵۹۲ خواهد بود که N8، N4و N16 به ترتیب تعداد مُدهای تخمین ۸×۸ رنگ، ۴×۴ و ۱۶×۱۶ روشنایی می‌باشند. بنابراین برای انتخاب بهترین مُد تخمین در مُد داخل‌فریمی در یک ماکروبلوک نیاز به ۵۹۲ محاسبه RDO در کدگذار H.264 خواهد بود که به‌شدت پیچیدگی کدگذار را افزایش می‌دهد.

۳- الگوریتم تصمیم مُد داخلی سریع

در تخمین نمونه‌های روشنایی در مُد داخلی و پارامترهای کوانتیزه معمول(۲۰۳۵)، احتمال سایز بلوک ۴×۴ بیشتر از سایز بلوک ۱۶×۱۶ می‌باشد؛ همانطور که در شکل(۳) نشان داده شده است. بنابراین در این مقاله با تشخیص سریع مُد تخمین داخلی ۴×۴ در QP های پایین و ۱۶×۱۶ در QPهای بالا بطور قابل ملاحظه‌ای سرعت کدگذاری افزایش می‌یابد[16].

۳-۱- تصمیم مُد داخلی در بلوک‌های۴×۴

استاندارد H.264/AVC در تخمین داخلی بلوک‌های ۴×۴ روشنایی، ۹ مُد تخمین بصورت نشان داده در شکل(۲) را بکار می‌برد. در نرم‌افزار مرجع، پیکسل‌ها در جهت تخمین یکسان مقادیر یکسانی دارند؛ برای مثال در مُد ۰ (مُد عمودی) همه پیکسل‌های تخمین زده شده برای موقعیت-های a، e، i و m باید دارای مقادیر یکسان و مساوی با مقدار پیکسل A طبق شکل (۲)باشند. پس از محاسبات RDO اگر مُد ۰ به عنوان بهترین مُد پیش‌بینی برگزیده شود، در آن‌صورت مقادیر پیکسل‌های تخمین زده شده در امتداد جهت عمودی یکسان بوده و این در اصل نشاندهنده آنست که در بلوک اصلی، مقادیر پیکسل‌ها در این موقعیت-ها بسیار شبیه به هم هستند. بنابراین در این مقاله روش تخمین بهترین مُد کاندید بر اساس محاسبات NSAD یا مجموع نرمال شده قدرمطلق تفاوت‌ها (Normalized Sum of Absolute Differences) با انتخاب موقعیت برخی پیکسل‌ها در بلوک اصلی طبق کد نوشته شده زیر می‌باشد.

```
NSAD 0=(abs(a-m)+abs(b-n)+abs(c-o)+abs(d-p))>> 2;
NSAD 1 =(abs(a-d)+abs(e-h)+abs(i-l)+abs(m-p))>> 2;
NSAD 3 = (abs(b-e) + abs(d-m) + abs(l-o))/3;
NSAD 4 = (abs(a-p) + abs(i-n) + abs(c-h))/3;
NSAD 5 = (abs(a-j) + abs(b-k) + abs(c-l))/3;
NSAD 6 = (abs(a-g) + abs(e-k) + abs(i-o))/3;
NSAD 7 = (abs(b-i) + abs(c-j) + abs(d-k))/3;
NSAD 8 = (abs(e-c) + abs(i-g) + abs(m-k))/3;
```

چون مُد 2(DC) از میانگین مقادیر پیکسل‌های A تا M تخمین زده می‌شود و بدون جهت می‌باشد رابطه (۳) برای تخمین مُد DC در نظر گرفته شده و با DDC نشان داده می‌شود.

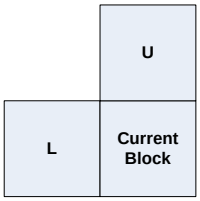
$$DDC = \Sigma_{i=0}^{15}|m-p_i| \qquad (۳)$$

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

هر پیکسل در بلوک فعلی با Pi نشان داده می شود و m از رابطه (۴) محاسبه می‌گردد.

$$m = (\Sigma_{i=0}^{15} p_i + 8) >> 4 \qquad (۴)$$

مُدهای محتمل دیگر می‌تواند از بلوک‌های چپ و بالایی بدست آید؛ شکل (۴) بلوک‌های مجاور بلوک فعلی را نشان می‌دهد[17].



شکل۴- بلوک‌های مجاور بلوک فعلی[17]

با آزمون روی فریم‌های ویدیویی مختلف و با ساختار گوناگون مشاهده شد که احتمال آنکه(مُد فعلی= مُد U= مُد L) باشد ۴۰/۶۲٪ است و احتمال آنکه (مُد فعلی= مُد U) یا (مُد فعلی= مُد L) باشد ۸۰/۸۶٪ است. اما وقتی (مُد U = مُد L) است احتمال آنکه مُد فعلی برابر آنها باشد ۸۷/۵٪ است. بنابراین بررسی مُدهای بلوک‌های مجاور Uو L می‌تواند برای پیش‌تخمین بهترین مُد کاندید که با C نشانه‌گذاری شده استفاده گردد. لذا وقتی (مُد U = مُد L) است، تنها مُد کاندید C که برابر مُد بلوک‌های مجاور Uو L می‌باشد بررسی می‌گردد؛ در این شرایط تعداد مُدهای RD در بلوک‌های ۴×۴ از ۹ مُد، به یک مُد کاندید کاهش می‌یابد[17]. در غیر اینصورت الگوریتم انتخاب مُد داخلی پیشنهادی برای بلوک‌های روشنایی به‌صورت زیر خلاصه می‌شود:

مرحله ۱: برای بلوک ۴×۴ روشنایی، DDC از رابطه(۳) محاسبه گردد.

مرحله۲-۱: اگر DDC بزرگتر از آستانهT1(با مقدار۳۲) است، روش RDO در نهایت برای ۴ مُد کاندید بررسی شود. دو مُد از کمترین مقدار محاسبه شده NSAD (C بهترین مُد کاندید با کمترین مقدار NSAD و S با دومین کمترین مقدار NSAD به عنوان دومین مُد کاندید) و دو مُد از بلوک‌های مجاور و درصورتی‌که بلوک‌های مجاور شامل مُد DC باشند در محاسبه RDO مُد DC در نظر گرفته نمی‌شود(بدلیل آنکه DDC بزرگتر از آستانهT1 است) [18].

مرحله۲-۲: اگر DDC کوچکتر از آستانه T1 باشد، آنگاه روش RDO در نهایت‌شامل ۴ مُد کاندید است.

یک مُد با کمترین مقدار محاسبه شده NSAD، دو مُد از بلوک‌های مجاور و مُد DC [18].

۳-۲- تصمیم مُد داخلی در بلوک‌های۱۶×۱۶ روشنایی و بلوک‌های ۸×۸ رنگ

در این مقاله محاسبات RDO و انتخاب مُد داخلی در بلوک‌های ۱۶×۱۶ روشنایی و بلوک‌های ۸×۸ رنگ، همان روش بکار برده شده در نرم افزار مرجع JM 18.4 می‌باشد.

۴- نتایج شبیه‌سازی روش پیشنهادی

الگوریتم پیشنهادی در JM18.4 که توسط JVT ارائه گردید پیاده‌سازی شد [19]. آزمایش روی فریم‌های ویدیویی Mobile، Forman، Silent، Coastguard، Busو Tempete با ابعاد CIFو QCIF انجام گردید و شبیه‌سازی با پارامترهای کوانیزه ۴۴،۳۲،۲۸،۱۶ و بر روی فریم‌های نوع I (تعداد ۱۰۰ فریم در تصاویر ویدیویی QCIF و ۳۰ فریم در تصاویرCIF) انجام شد. سخت‌افزار استفاده شده در شبیه‌سازی روش پیشنهادی، کامپیوترIntel Core i3 CPU با حافظه 2GB وسرعت 2.13 GHz و ویندوز 7 می‌باشد.

برای سنجش کارایی، تفاوتPSNR(ΔPSNR)، نرخ-بیت(ΔBR) و درصد زمان صرفه‌جویی روش پیشنهادی در مقایسه با نرم‌افزار مرجع18.4 JM توسط روابط (۵)،(۶) و (۷) محاسبه می‌گردد.

$$\Delta PSNR = \mathrm{PSNR}_{\mathrm{Proposed}} - \mathrm{PSNR}_{\mathrm{Ref.}} \qquad (۵)$$

$$\Delta BR = \frac{BR_{\mathrm{Pr}oposed} - BR_{\mathrm{Re}f.}}{BR_{\mathrm{Re}f.}} \times 100\% \qquad (۶)$$

$$\Delta Time = \frac{T_{\mathrm{Pr}opose} - T_{\mathrm{Re}f.}}{T_{\mathrm{Re}f.}} \times 100\% \qquad (۷)$$

جداول ۱و ۲ نتایج شبیه‌سازی تصاویرQCIFو CIF را در QPهای مختلف نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

ماکزیمم زمان کدگذاری کاهش یافته به میزان۲۹/۲۸٪ می- ناچیز است.
باشد درحالی که افت کیفیت تصویر و افزایش نرخ‌بیت بسیار

جدول۱- نتایج شبیه‌سازی در تصاویر QCIF برایQPهای متفاوت

QP	Sequence	ΔPSNR(dB)	ΔBR(%)	ΔTime(%)
۱۶	Coastguard	-0.013	0.007	-23.7402
	foreman	-0.016	0.047	-28.7519
	Mobile	-0.021	0.004	-29.2775
	Silent	-0.016	0.0012	-26.3554
۲۸	Coastguard	-0.023	0.011	-27.0942
	foreman	-0.025	0.041	-28.0496
	Mobile	-0.015	0.016	-24.6228
	Silent	-0.01	0.005	-29.1798
۳۲	Coastguard	-0.031	0.028	-25.3247
	foreman	-0.035	0.046	-26.1614
	Mobile	-0.012	0.002	-28.0129
	Silent	-0.026	0.05	-29.5139
۴۴	Coastguard	0.046	0.035	-25.9205
	foreman	-0.014	0.0294	-22.1993
	Mobile	-0.023	0.037	-23.6253
	Silent	-0.038	0.025	-25.2765

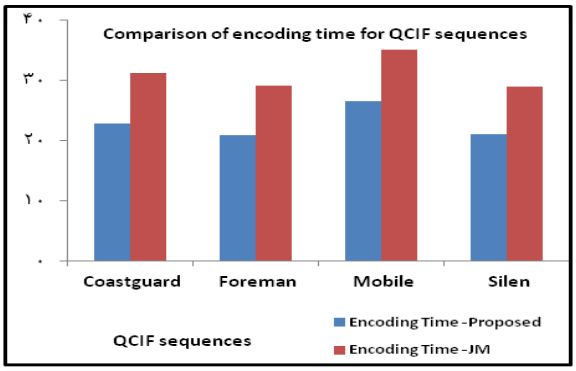
جدول۲- نتایج شبیه‌سازی در تصاویر CIF برایQPهای متفاوت

QP	Sequence	ΔPSNR(dB)	ΔBR(%)	ΔTime(%)
۱۶	Bus	-0.01	0.005	-21.2321
	Coastguard	-0.023	0.012	-21.4380
	Mobile	-0.013	0.017	-23.2457
	Tempete	-0.01	0.013	-23.9489
۲۸	Bus	-0.017	0.023	-21.2302
	Coastguard	-0.012	0.032	-24.6460
	Mobile	-0.015	0.072	-21.8864
	Tempete	-0.012	0.032	-22.7450
۳۲	Bus	-0.019	0.039	-25.9081
	Coastguard	-0.032	0.028	-22.5709
	Mobile	-0.02	0.027	-22.1182
	Tempete	-0.021	0.032	-28.4581
۴۴	Bus	-0.05	0025	-27.4132

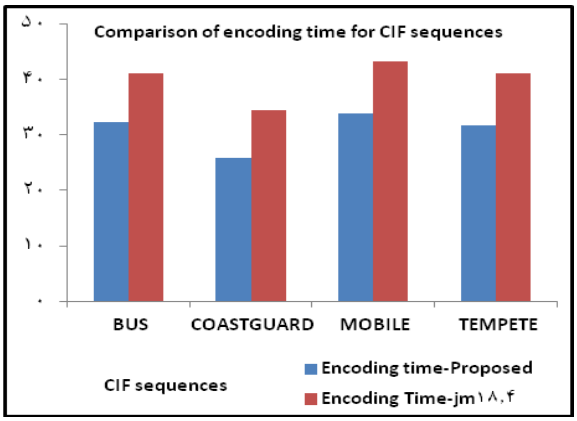
Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

	Coastguard	-0.052	0.029	-23.9026
	Mobile	-0.044	0.032	-23.3868
	Tempete	-0.012	0.015	-22.5405

جدول۳- مقایسه زمان کدگذاری روش پیشنهادی با نرم‌افزار مرجع در QP=28 در تصاویر نوع QCIF



جدول۴- مقایسه زمان کدگذاری روش پیشنهادی با نرم‌افزار مرجع در QP=28 در تصاویر نوع CIF



جدول۵- مقایسه PSNR

		ΔPSNR
		QP=32
FOREMAN	M1(Pan's Method [16])	-0.063
	M2 (Improved Pan's Method[16])	-0.001
	M3(new proposed Method[16])	-0.05
	Proposed Method	-0.035
SILENT	M1(Pan's Method [16])	-0.041
	M2 (Improved Pan's Method[16])	-0.023
	M3(new proposed Method[16])	-0.032
	Proposed Method	-0.026

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

جداول ۳و۴ مقایسه از زمان کدگذاری روش پیشنهادی و نرافزارمرجعJM18.4 را نشان می‌دهد. متوسط کاهش پیچدگی کدگذار در تصاویر ویدیویی QCIF برابر ۲۲/۵٪ و در تصاویر از نوع CIF برابر ۲۶/۶٪ است.

جداول ۵، ۶ و ۷ نتایج مقایسه با سایر الگوریتم‌های ارائه شده در [16] را نشان می‌دهد. در روش پیشنهادی کاهش پیچیدگی محاسباتی با تاثیر ناچیز در کیفیت تصویر و میزان PSNR بدست آمده است.

جداول ۸ و ۹ نتایج مقایسه با الگوریتم ارائه شده در [14] را در ویدیویی QCIF و CIF نشان می‌دهد. در روش پیشنهادی کاهش زمان کدگذاری با تاثیر ناچیز در میزان نرخ بیت و PSNR بدست آمده است.

جدول۶- مقایسه نرخ بیت

		ΔBR%
		QP=32
FOREMAN	M1(Pan's Method [16])	1.142
	M2 (Improved Pan's Method[16])	0.997
	M3(new proposed Method of[16])	0.887
	Proposed Method	0.046
SILENT	M1(Pan's Method [16])	0.905
	M2 (Improved Pan's Method[16])	0.590
	M3(new proposed Method of[16])	0.435
	Proposed Method	0.05

جدول۷- مقایسه پیچیدگی

		ΔTime%
		QP=32
FOREMAN	M1(Pan's Method [16])	-49.10
	M2 (Improved Pan's Method[16])	-54.20
	M3(new proposed Method of[16])	-42.82
	Proposed Method	-26.1614
SILENT	M1(Pan's Method [16])	-45.38
	M2 (Improved Pan's Method[16])	-49.62
	M3(new proposed Method of[16])	-49.38
	Proposed Method	-29.5139

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

جدول۸- مقایسه روش پیشنهادی و مرجع [14] در تصاویر QCIF

الگوریتم	Sequence		QP= 28	QP=32
[14]	coastguard	ΔT (%)	-62.73	-61
		ΔPSNR (dB)	-0.029	-0.03
		ΔBit-rate (%)	0.59	0.94
روش پیشنهادی		ΔT (%)	-27.09	-25.3
		ΔPSNR (dB)	-0.023	-0.03
		ΔBit-rate (%)	0.011	0.028

جدول۹- مقایسه روش پیشنهادی و مرجع [14] در تصاویر CIF

الگوریتم	Sequence		QP= 28	QP=32
[14]	bus	ΔT (%)	-63.81	-62.3
		ΔPSNR (dB)	-0.063	-0.05
		ΔBit-rate (%)	1.23	1.56
	mobile	ΔT (%)	-62.23	-61.5
		ΔPSNR (dB)	-0.065	-0.06
		ΔBit-rate (%)	0.75	1
	tempete	ΔT (%)	-61.72	-60.5
		ΔPSNR (dB)	-0.065	-0.05
		ΔBit-rate (%)	1.21	1.79
روش پیشنهادی	bus	ΔT (%)	-21.23	-25.9
		ΔPSNR (dB)	-0.017	-0.02
		ΔBit-rate (%)	0.023	0.039
	mobile	ΔT (%)	-21.89	-22.1
		ΔPSNR (dB)	-0.015	-0.02
		ΔBit-rate (%)	0.072	0.027
	tempete	ΔT (%)	-22.75	-28.5
		ΔPSNR (dB)	-0.012	-0.02
		ΔBit-rate (%)	0.032	0.032

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

از نتایج شبیه‌سازی در بخش ۴ می‌توان نتیجه گرفت که الگوریتم پیشنهادی سریعتر از نرم‌افزار استاندارد JM18.4 است. به این دلیل که نرم‌افزار مرجع برای محاسبات RDO همه مُدهای ممکن کدگذاری را بررسی کرده درحالی‌که با الگوریتم پیشنهادی تعداد مُد-های ممکن جهت بررسی کاهش داده شد و با تشخیص سریع مُد تخمین داخلی ۴×۴ در QP های پایین و ۱۶×۱۶ در QPهای بالا بطور قابل ملاحظه‌ای سرعت کدگذاری افزایش یافت.

نتایج نشان داد که این روش می‌تواند به کاهش زمان محاسباتی تا ماکزیمم ۲۹/۲۸٪ با کاهش ناچیز در PSNR و افزایش نرخ بیت دست یابد. الگوریتم پیشنهادی در این مقاله ترکیب روشهای تصمیم مُد داخلی سریع روی بلوک‌های ۴×۴ و ۱۶×۱۶ با استفاده از پارامترهای کوانتیزه و استفاده از ماسک‌های جهت‌دار ساده و مُد بلوک‌های همسایه در بلوک ۴×۴ می‌باشد که می‌تواند به بلوک‌های ۱۶×۱۶ نیز بسط داده شود. در این مقاله شبیه‌سازی بر روی تصاویر ویدیویی QCIF و CIF پیاده‌سازی شد و می‌تواند در سایر فرمت-های ویدیویی چون HD نیز ادامه یابد.

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026

منابع

1. Wiegand, T., Sullivan, G. J., Bjontegaard, G. J., Luthra, A. :'Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard', IEEE Trans. On circuits and systems for video technology, 13, (7), pp. 560-576, 2003.
2. Ghanbari, M.: 'Standard codecs: image compression to advanced video coding', 3nd edition, The Institution of Engineering and Technology, 2011.
3. Kim, C. S., Li, Q., Kuo, C. C. J.: 'Fast Intra-Prediction Model Selection for H.264 Codec', SPIE International Symposium ITCOM, Orlando, Florida, pp. 99-110, 2003.
4. Pan, F., Lin, X., Rahardja, S., Lim, K. P., Li, Z. G., Wu, D., Wu, S.: 'Fast Mode Decision Algorithm for Intra-prediction in H.264/AVC Video Coding', IEEE Trans. On circuits and systems for video Tech., 15, (7), pp. 813-822, 2005.
5. Pan, F., Lin, X., Rahardja, S., Lim, K. P., Li, Z. G., Wu, D., Wu, S.: 'Fast Mode Decision for Intra Prediction', JVT-G013, 7th Meeting: Pattaya II, Thailand, 7-14 March 2003.
6. Pan, F., Lin, X., Rahardja, S., Lim, K. P., Li, Z. G.: 'A Directional Field Based Fast Intra-Mode Decision Algorithm for H.264 Video Coding', IEEE Inter. Conf. on Multimedia and Expo, 2, pp. 1147-1150, June 2004.
7. Ren, Z., Ye, C., Liu, M.: 'A Fast Intra Prediction Algorithm for H.264', IEEE Computer Society, First International Workshop on Education Technology and Computer Science, 2,(2), pp. 772 - 775, March 2009.
8. Kim, J., Jeong, J.: 'Fast Intra-Mode Decision in H.264 Video Coding Using Simple Directional Masks', Proc. of SPIE, 5960, pp 1071-1079, July 2005.
9. Garg, R., Jindal, M., chauhan, M.: 'Statistics Based Fast Intra- Mode Detection', Proc. of SPIE, 5960, pp 2085-2091, July 2005.
10. Jeon,B., Lee, J.: 'Fast Mode Decision for H.264', IEEE Inter. Conf. on Multimedia and Expo, 2, pp. 1131-1134, June 2004.
11. Hsu, C. L., Ho, M. H., Hong, J. J.: 'An Efficient Algorithm for Intra-Prediction Mode Selection in H.264', IEEE 7th International Conference, pp. 778-781, October 2007.
12. Elyousfi, A.: 'Gravity direction-based ultra-fast intraprediction algorithm for H.264/AVC video coding', Journal Signal, Image and Video Processing, 7,(1), pp. 53–65, 2013.
13. Wu, C. Y., Su, P. C. : 'Fast Intra-Coding for H.264/AVC by Using Projection-Based Predicted Block Residuals', IEEE Transactions on Multimedia , 15, (5), pp. 1083-1093, 2013.
14. Shang, J., Ding, W., Shi, Y., Sun, Y. : 'Fast Intra Mode Decision Algorithm Based on Texture Direction Detection for H.264/AVC', IJMECS,1, (5), pp.70-77, 2011.
15. Richardson, Iain EG: 'H.264 and MPEG-4 Video Compression', West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., ISBN 0-470-84837-5, 2003.
16. Jafari, M., Kasaei, S.: 'Fast Intra- and Inter-Prediction Mode Decision in H.264 Advanced Video Coding', International Journal of Computer Science and Network Security, 8, (5), pp. 130-140, 2008.
17. Pan, L. j., Ho, Y. S.: 'A Fast Mode Decision Algorithm for H.264/AVC Intra Prediction', IEEE Workshop in Signal Processing Systems, pp. 704-709, October 2007.
18. Muniyappa, S. k.: 'Implementation of Complexity Reduction Algorithm for Intra Mode Selection', Master of science Thesis, University of Texas, Arlington, December 2011.
19. Joint Video Team Reference Software JM 18.4: http://iphone.hhi.de/suehring/tml/download.

Downloaded from jor.iranaict.ir at 18:38 +0330 on Sunday November 22nd 2026