



## طراحی یک *codec* تلفن تصویری با تراشه جدید TMS320C80

مسعود صاحب جمعیان

دانشجوی کارشناسی ارشد الکترونیک

دانشکده فنی دانشگاه مازندران - بابل

دکتر محسن سریانی

استادیار گروه برق

دانشکده فنی دانشگاه مازندران - بابل

### چکیده

در این مقاله ساختار پردازنده جدید DSP - TMS320C80 و استاندارد H.261 برای فشرده‌سازی تصاویر تلفنی مورد بررسی قرار گرفته و طراحی برای پیاده‌سازی یک *codec* با نرخ ارسال کم برای کاربرد تلفن تصویری با استفاده از تراشه TMS320C80 ارائه گردیده است.

**\*\* کلمات کلیدی: فشرده‌سازی، Videophone، TMS320C80**

### مقدمه

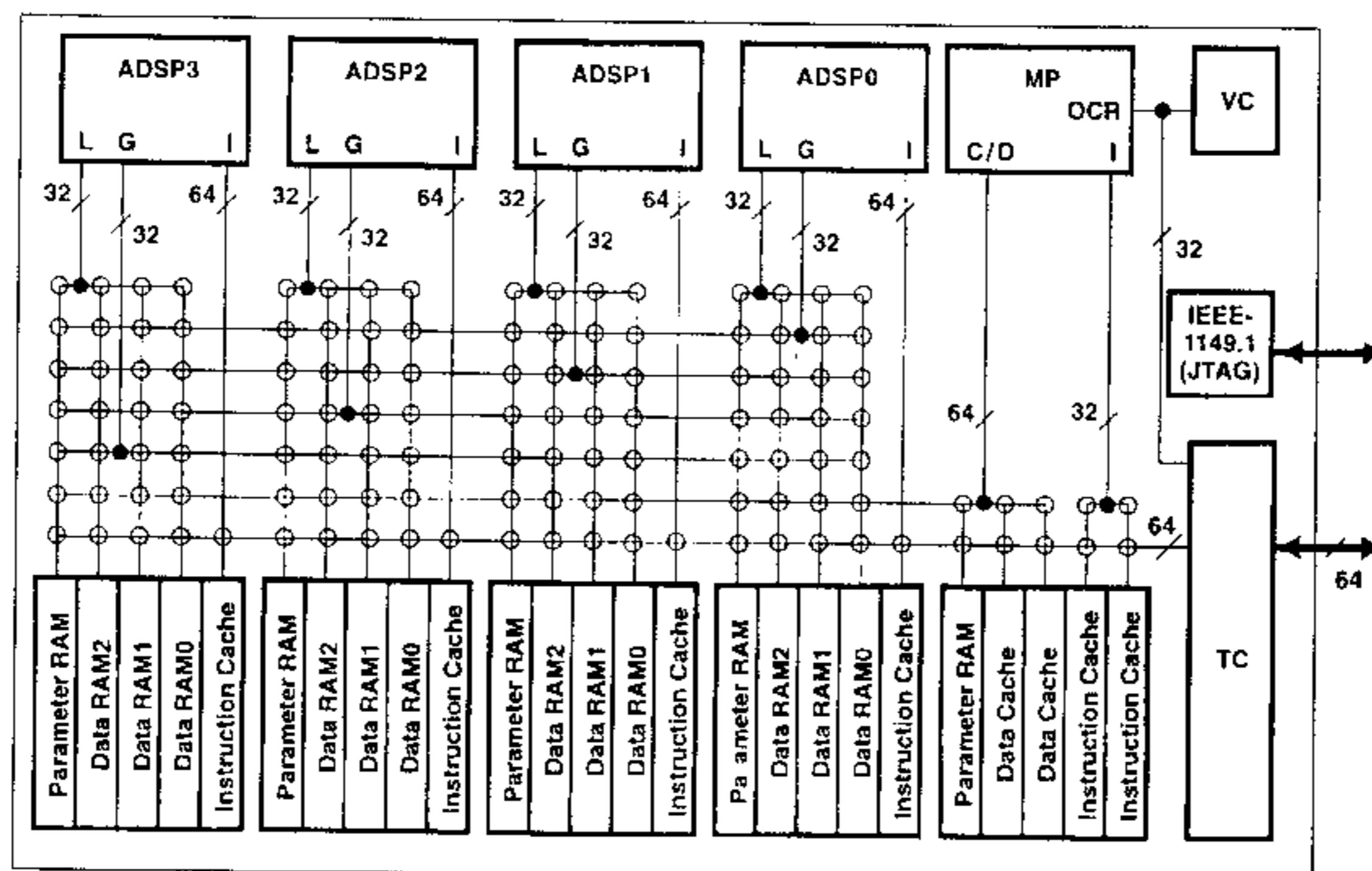
یکی از کاربردهای پردازش تصویر دیجیتال، فشرده‌سازی تصاویر به منظور کاهش پهنای باند مورد نیاز جهت ارسال می‌باشد. امروزه سیستم‌های ارسال تصاویر کنفرانسی (Videoconference) و تصاویر تلفنی (Videophone) در سازمانهای دولتی و شرکتهای بزرگ خصوصی در حال استفاده می‌باشند و برای قابل دسترس نمودن این امکانات برای عموم و کاهش هزینه استفاده از آنها، تحقیقات کماکان ادامه دارد [1]. توسعه الگوریتم‌های جدید فشرده‌سازی و پیشرفت در طراحی تراشه‌های خاص پردازش سیگنال‌های دیجیتال (DSP) چشم‌انداز خوبی را برای طراحی سیستم‌های تلفن تصویری با پهنای باند کم ایجاد نموده است. یکی از این تراشه‌های جدید TMS320C80 می‌باشد که یک سیستم پردازنده موازی بوده و برای کاربردهایی از قبیل فشرده‌سازی تصویر، بینایی کامپیوتر و تولید طرحهای گرافیکی ۲ بعدی و ۳ بعدی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [2]. همزمان با توسعه روشهای فشرده‌سازی تصاویر و سخت‌افزار مورد نیاز برای پیاده‌سازی آنها اتحادیه

بین‌المللی مخابرات (ITU) اقداماتی را در جهت تدوین استانداردهای جهانی در این زمینه انجام داده که راهکارهای مشخصی را برای پیاده‌سازی سیستم‌های فرستنده گیرنده تصویری معین می‌کنند. یکی از این استانداردها که برای ارسال تصویر روی شبکه دیجیتالی خدمات مجتمع (ISDN) باند کم عرض تهیه شده H.261 می‌باشد. این استاندارد مشخصات یک codec تصویری با نرخ ارسال  $P \times 64 \text{ kbit/s}$  را تعریف می‌کند که P می‌تواند متناسب با کاربرد بین 1 تا 30 تعیین شود [3]. این مقاله ضمن بررسی مشخصات تراشه TMS320C80 و استاندارد H.261 برای فشرده‌سازی تصاویر چگونگی پیاده‌سازی یک سیستم codec برای تلفن تصویری با استاندارد H.261 توسط تراشه فوق را مورد بررسی قرار می‌دهد.

## تراشه TMS320C80

این تراشه در مدار مجتمع خود 5 پردازنده قابل برنامه‌ریزی پر قدرت به همراه یک کنترل‌کننده DMA پیچیده، 50 کیلوبایت RAM استاتیکی، مدار کنترل زمانی تصویر و میانجی حافظه خارجی را شامل می‌گردد (شکل 1).

از پنج پردازنده داخل این تراشه 4 پردازنده مشابه و از نوع DSP 32 بیتی پیشرفته و پردازنده پنجم که پردازنده اصلی است یک پردازنده 32 بیتی نوع RISC با واحد ممیز شناور IEEE-754 می‌باشد. هر 5 پردازنده قابل برنامه‌ریزی بزبان C و یا اسمبلی می‌باشند.



شکل ۱: بلوک دیاگرام TMS320C80

## استاندارد H.261

این استاندارد قبل از استانداردهای JPEG و MPEG [4] ارائه شده و فقط مشخصات دیکودر را تعیین می‌کند. با این وجود هر آنکودر تصویری که بخواهد با دیکودر H.261 کار کند لزوماً باید از مشخصات آن تبعیت نماید.

کُدِر H.261 از تبدیل کسینوسی گسسته (DCT) و کدهای با طول متغیر (VLC) استفاده می‌کند. در این کُدِر جبران حرکت بلوکی (block - based motion compensation) برای بهبود کارایی سیستم بکار می‌رود.

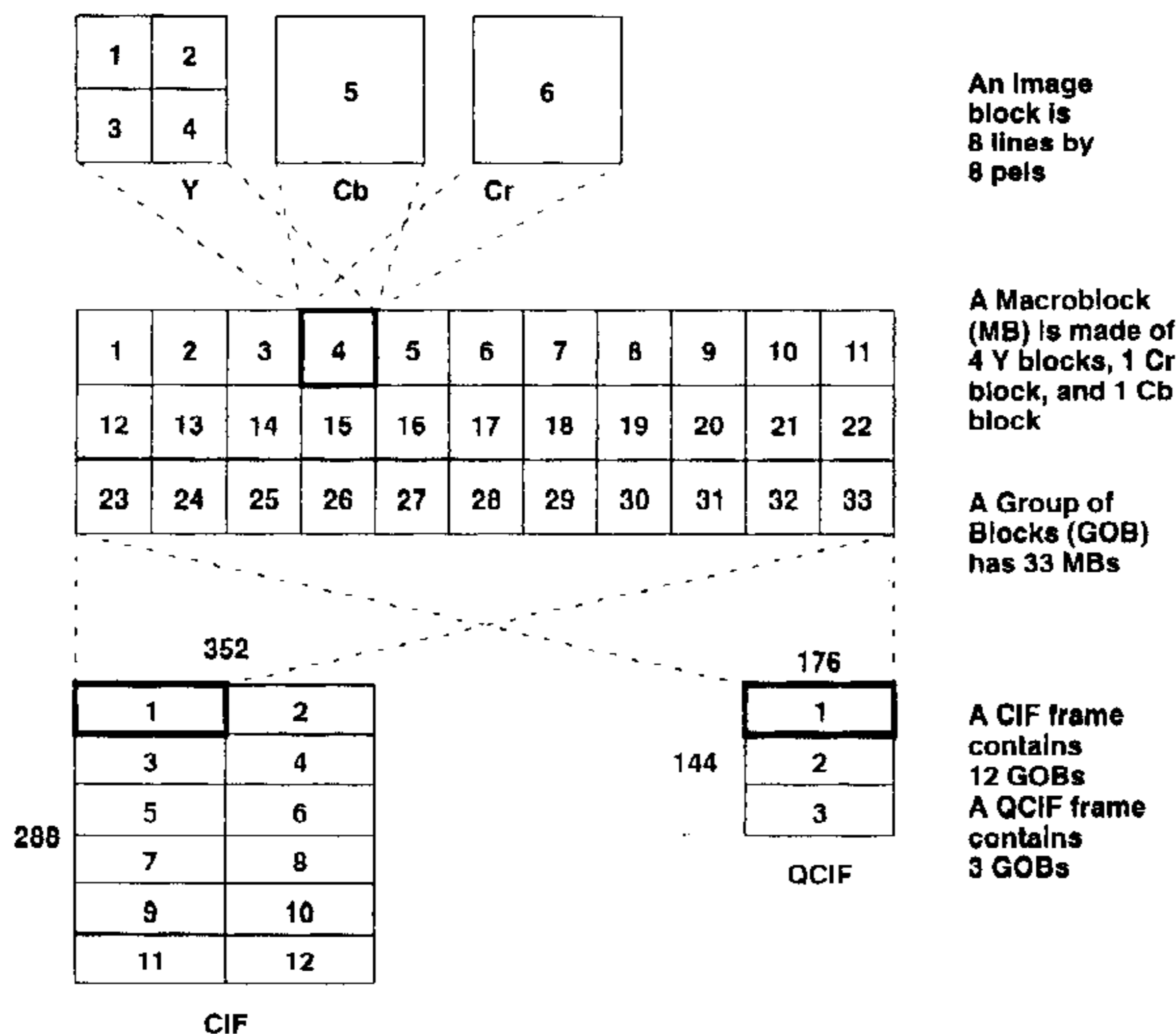
این استاندارد، مشابه با دیگر روشهای فشرده‌سازی، از اطلاعات تصویر قبلی برای پیش‌بینی محل بلوکها در تصویر فعلی استفاده می‌کند. بنابراین فقط تفاضل بین بلوک جابجا شده در تصویر قبلی و بلوک تصویر فعلی به گیرنده ارسال می‌شود که حجم اطلاعات ارسالی را شدیداً کاهش می‌دهد.

H.261 برای سیستم‌های زمان حقیقی (Real time) تدوین شده و تلاش می‌کند تا پیچیدگی coder و decoder تقریباً در یک سطح باشد تا هر دو بتوانند در زمان حقیقی عمل نمایند. در H.261 دو فرمت تصویری CIF (Common Intermediate format) در اندازه  $288 \times 352$  پیکسل و Quarter CIF) QCIF در اندازه  $144 \times 176$  پیکسل قابل بکارگیری هستند. برای تصاویر رنگی فرمت 4:1:1 استفاده می‌شود. هر تصویر رنگی شامل سیگنال روشنایی (Y) و سیگنالهای تفاضل رنگ ( $C_B C_R$ ) می‌باشد. سیگنالهای رنگ با نرخ  $\frac{1}{4}$  نسبت به سیگنال روشنایی نمونه‌برداری می‌شوند و لذا برای هر ماتریس  $2 \times 2$  از المانهای روشنایی Y، یک المان  $C_R$  و یک المان  $C_B$  وجود خواهد داشت. هر المان تصویری از ماتریس‌های Y،  $C_R$  و  $C_B$  با 8 بیت نمایش داده می‌شوند.

در استاندارد H.261 اندازه بلوکهای تصویری  $8 \times 8$  می‌باشند. هر 4 بلوک Y به همراه یک بلوک  $C_R$  و یک بلوک  $C_B$  تشکیل یک بلوک بزرگ (Macro Block) MB می‌دهند.

یک گروه بلوک (Group of Blocks) GOB از 33 بلوک بزرگ (MB) تشکیل می‌شود. شکل 2 فرمت‌های

تصویری و سلسله مراتب بلوکی را در H.261 نشان می دهد.



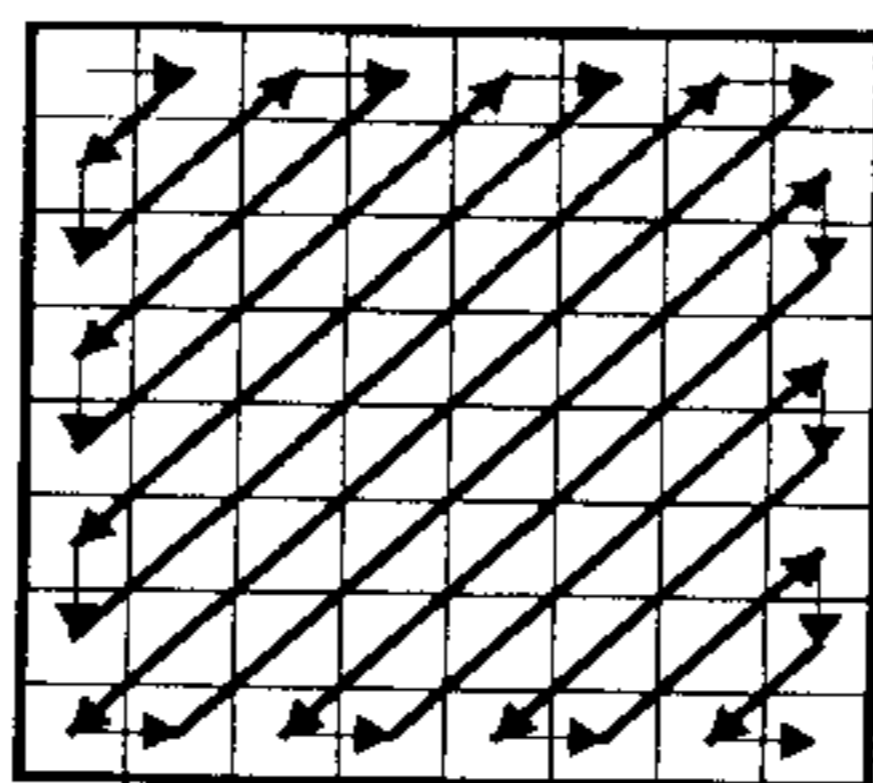
شکل ۲: فرمت‌های تصویری و سلسله مراتب بلوکی در استاندارد H.261

در H.261 پس از انجام تبدیل DCT برای هر بلوک تصویری ضرایب تبدیل به کوانتایزر اعمال می گردند. ضریب DC با یک کوانتایزر با اندازه گام ثابت ۸ و بقیه ضرایب توسط کوانتایزر با اندازه گام متغیر کوانتیزه می گردند. اندازه گام این کوانتایزر برای هر بلوک بزرگ (MB) تغییر می یابد.

پس از این مرحله بیشتر ضرایب فرکانس بالا صفر شده اند. ضرایب کوانتیزه شده مطابق شکل ۳ بصورت زیگ زاگ مرور شده و با استفاده از روش Runlength و Huffman کد گردیده و ارسال می گردند.

جدول کدهای Huffman در H.261 جدول ثابتی است و ضرایب با احتمال کمتر که در جدول وجود

ندارند توسط یک کد با طول ثابت ۲۰ بیت ارسال می گردند.



شکل ۳: مرور ضرایب DCT به روش زیگ زاگ در H.261

بعضی از مشخصات codec توسط H.261 تعریف نگردیده و انتخاب آنها بعهده طراح می باشد. از جمله این مشخصات می توان معیار انتخاب حالت (Mode) کدر برای هر بلوک بزرگ را نام برد. H.261 ده حالت مختلف را برای کدر تعریف نموده است؛ مثلاً بلوک بصورت Intra یا Interframe کد شود و یا اینکه در پردازش یک بلوک جبران حرکت انجام شود و یا انجام نشود. از دیگر مشخصات codec که تعیین آنها بعهده طراح گذشته شده است اندازه و حد آستانه بافرهای کدر و دیکودر، اندازه گام کوانتایزر، نوع الگوریتم مورد استفاده برای تخمین حرکت و پردازش های اولیه مثل فیلتر کردن تصویر را می توان نام برد.

### پیاده سازی H.261 توسط تراشه TMS320C80

همانگونه که در بالا ذکر شد استاندارد H.261 از ده روش یا حالت مختلف فشرده سازی مطابق جدول ۱ استفاده می کند. سه حالت اصلی مورد استفاده از این ده حالت بشرح زیر هستند:

\* *Intra frame coding*؛ در این حالت المانهای تصویری هر تصویر بطور مستقل کد و ارسال می شوند.

\* *Interframe with motion vectors only*؛ در این حالت بلوکهای تصویر در ۲ تصویر متوالی مقایسه شده و بعلت شباهت زیاد فقط بردارهای جابجائی که محل هر بلوک را در تصویر قبلی نشان می دهند ارسال می گردند.

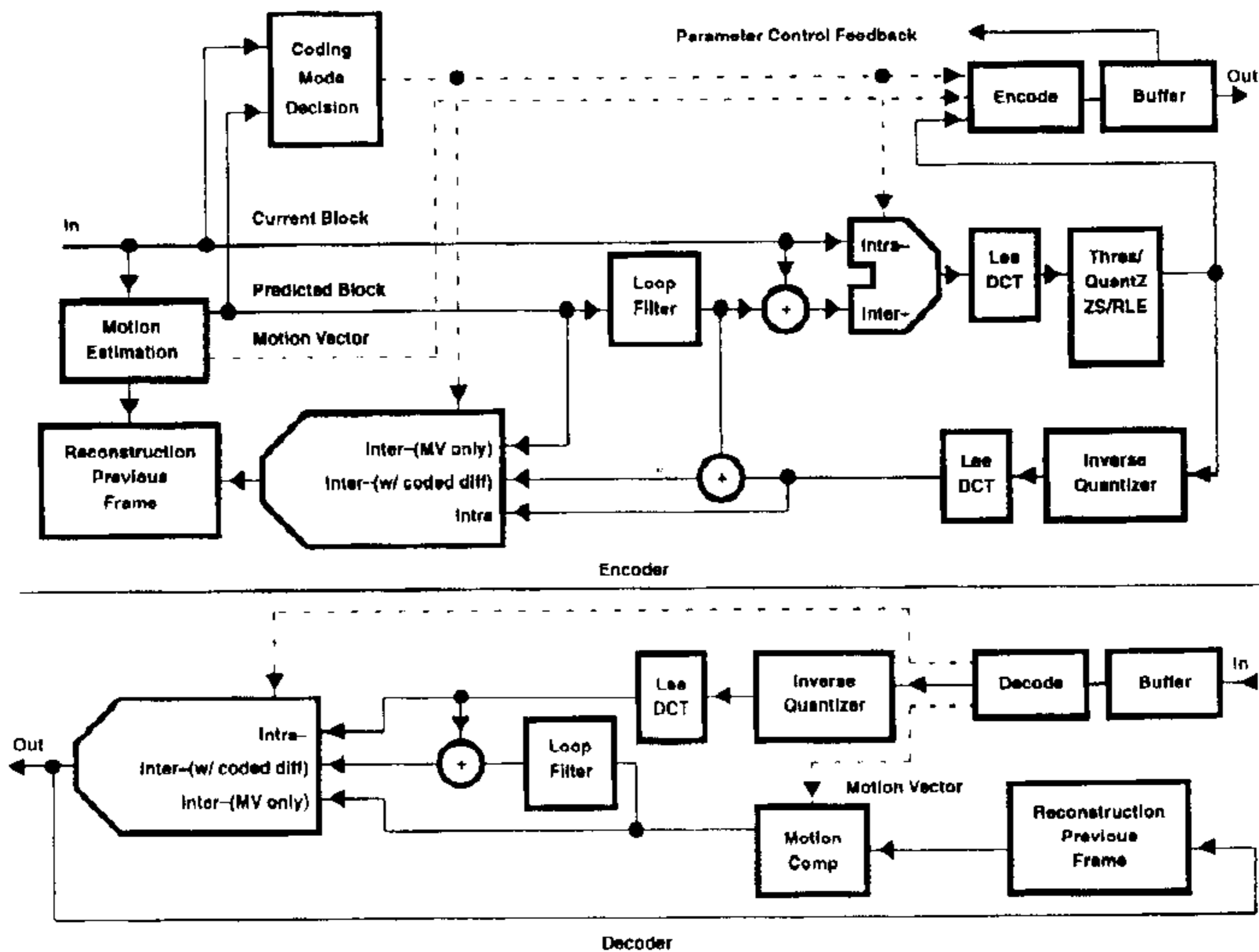
\* *Interframe with MC and differences*؛ در این روش علاوه بر بردارهای جابجائی بین بلوکهای ۲ تصویر متوالی تفاضل بلوکها نیز کد و ارسال می گردند.

PREDICTION	MQUANT	MVD	CBP	TCOEFF	TMS320C80 IMPLEMENTATION
Intra-				x	Intra-
Intra-	x			x	Intra-
Inter-			x	x	Inter- w/ coded diff (MV = 0)
Inter-	x		x	x	Inter- w/ coded diff (MV = 0)
Inter + MC		x			Inter-MV only
Inter + MC		x	x	x	Inter-w/ coded diff
Inter + MC	x	x	x	x	Inter- w/ coded diff
Inter + MC + FIL		x			Inter- MV only
Inter + MC + FIL		x	x	x	Inter- w/ coded diff & filter
Inter + MC + FIL	x	x	x	x	Inter- w/ coded diff & filter

جدول ۱ - حالات مختلف فشرده سازی در TMS320C80

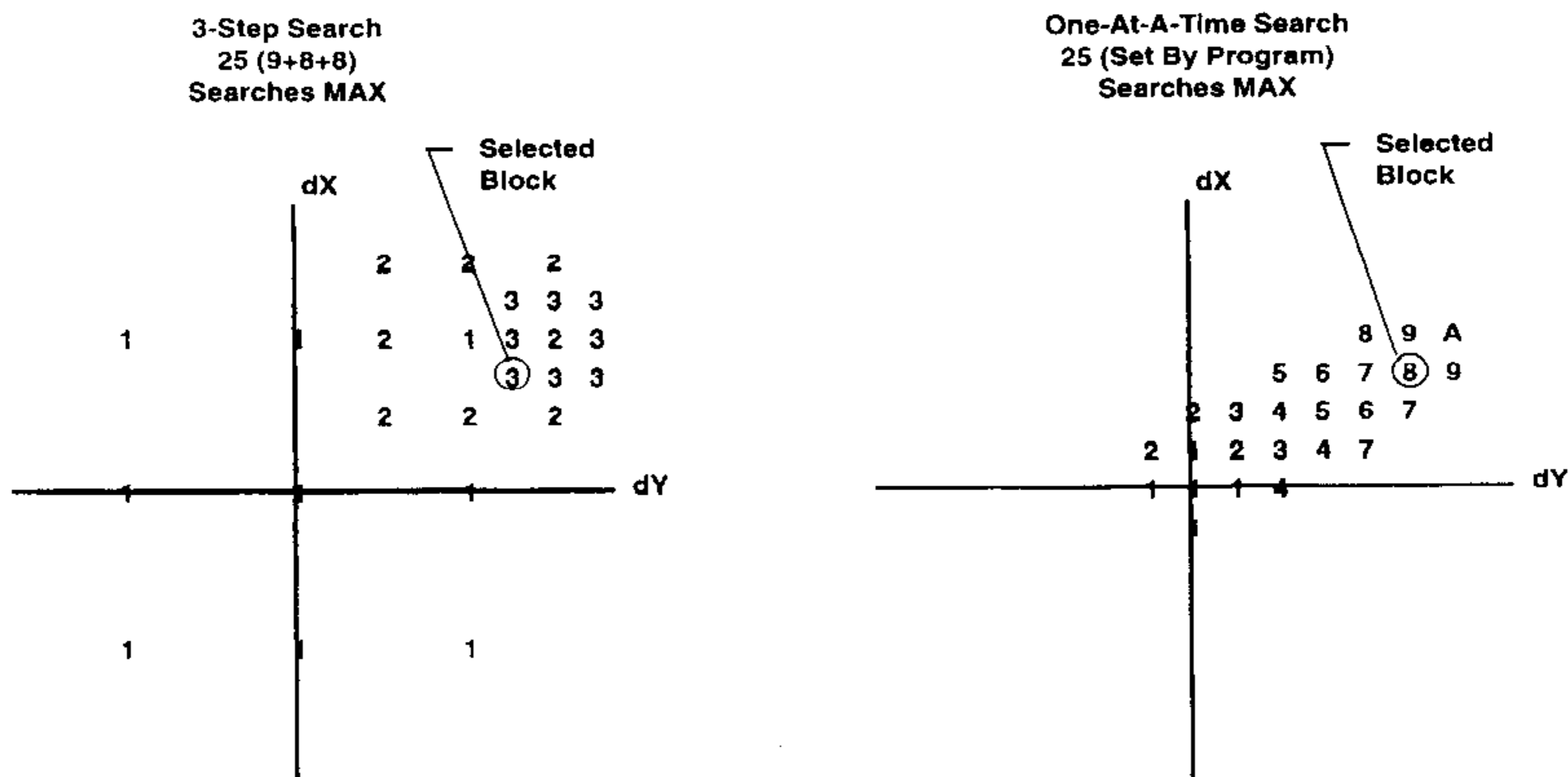
شکل ۴ - بلوک دیاگرام encoder/decoder قابل پیاده سازی توسط TMS320C80 را نمایش می دهد. هریک از حالات ذکر شده در جدول در این دیاگرام قابل مشاهده می باشند. بعنوان مثال وقتی حالت

فشرده‌سازی میان تصویری (Interframe) با استفاده از جبران حرکت استفاده شود، تفاضل بین بلوک فعلی و بلوک پیش‌بینی شده آن در تصویر قبلی ابتدا DCT شده و ضرایب پس از کوانتیزه شدن، مرور زیگ زاگ و کدینگ Run Length همراه با بردارهای حرکت به بافر ارسال می‌گردند. دیکودر عکس این عملیات را انجام می‌دهد تا تصویر جدید را با استفاده از اطلاعات دریافتی و تصویر قبلی تهیه نماید.



شکل ۴: بلوک دیاگرام codec تصویری قابل پیاده‌سازی توسط TMS320C80

فرآیند تخمین حرکت بین بلوک‌های مشابه در دو تصویر متوالی از وقت‌گیرترین مراحل کار در H.261 است. نرم‌افزارهای تهیه شده برای TMS320C80 در حال حاضر ۲ الگوریتم تخمین حرکت را پیاده‌سازی نموده‌اند که عبارتند از جستجوی یکی در هر زمان (one at a time search) و جستجوی ۳ مرحله‌ای [4] (three step search). شکل ۵ طریقه عملکرد این دو الگوریتم را نشان می‌دهد. در هر دو روش معیار مشابهت ۲ بلوک در حال مقایسه حداقل بودن مجموع قدرمطلق تفاضل نقاط تصویری می‌باشد.



شکل ۵: الگوریتم‌های تخمین حرکت در TMS320C80

## روش کار:

در روش پیشنهادی این مقاله برای استفاده از تراشه TMS320C80 به منظور پیاده‌سازی یک codec تلفن تصویری با نرخ ارسال کم از فرمت QCIF (144×176 pixels) برای تصاویر استفاده می‌شود. معیار انتخاب حالت فشرده‌سازی مطابق با پیشنهاد سازندگان TMS320C80 «مجموع قدر مطلق تفاضل» بین پیکسل‌های یک بلوک و میانگین آنها و یا بین پیکسل‌های ۲ بلوک متوالی می‌باشد که یکی از ۳ حالت کاری Intraframe، Interframe، با جبران حرکت و تنها ارسال بردارهای حرکتی و یا Interframe با جبران حرکت و ارسال بردارهای حرکتی بعلاوه تفاضل ۲ بلوک انتخاب می‌شوند. برای جلوگیری از تجمع خطای ارسال، تصاویر 1، 12 و 23 بصورت Intraframe کد و ارسال می‌گردند و روش مورد استفاده برای الگوریتم جستجوی تخمین حرکت روش یکی در هر دفعه (one at a time search) می‌باشد.

برای کنترل نرخ ارسال از ۲ فاکتور کوانتیزاسیون تطبیقی و حذف تصویر (frame dropping) استفاده می‌شود. در صورت تجمع بیش از حد داده در بافر خروجی کدر، سطح آستانه کوانتایزر افزایش می‌یابد تا تعداد بیشتری از ضرایب DCT برابر صفر شوند و در صورتیکه این تغییر کافی نبود یکی از تصاویر حذف می‌شود تا حجم اطلاعات ورودی به بافر متناسب با نرخ ارسال کاهش یابد.

- [1] A.K.Jain, "Fundamentals of Digital Image processing". Prentice Hall, 1989.
- [2] Jeremiah Golston, " TMS320C80 H.320 Software User's Guide ", Release 1.1, Texas Instruments, Oct 1995.
- [3] ITU - T Recommendation H.261 (1993): " Video Codec for Audiovisual Services at Px64 kbits ".
- [4] Arun N. Netravali and Barry G. Haskell, "Digital Pictures: Representation, Compression, and Standards", Second Edition, At & T Bell Laboratories, 1995.