

۳-۴ تبدیل کسینوسی گسسته

تبدیل کسینوسی گسسته دنباله‌ای محدود از اعداد (داده‌ها) را به صورت مجموع توابع کسینوسی با فرکانس‌های متفاوت نمایش می‌دهد. این روش که توسط احمد ناتاراجان و رانو در سال ۱۹۷۴ میلادی توسعه یافته، فقط روی بخش‌های حقیقی یک سیگنال مختلط کار می‌کند زیرا بیشتر سیگنال‌های دنیای واقعی سیگنال‌های حقیقی هستند که اجزای موهومی ندارند. با تعمیم این تبدیل از یک بعد به دو بعد می‌توان از آن در پردازش و فشرده‌سازی تصویر استفاده نمود.

$$D(i, j) = \frac{1}{\sqrt{MN}} c(i)c(j) \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} \text{pixel}(x, y) \cos \left[\frac{(2x+1)i\pi}{2M} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N} \right]$$

$$c(u) = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & \text{if } u = 0 \\ 1 & \text{if } u > 0 \end{cases}$$

در فرمول بالا $\text{pixel}(x, y)$ مقدار روشنایی تصویر در پیکسلی به مختصات (x, y) است و N سایز بلوکی است که تبدیل کسینوسی گسسته با آن اجرا می‌شود.

معکوس تبدیل کسینوسی گسسته به صورت زیر است:

$$\text{pixel}(x, y) = \frac{1}{\sqrt{MN}} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} c(i)c(j) D(i, j) \cos \left[\frac{(2x+1)i\pi}{2M} \right] \cos \left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N} \right]$$

تبدیل فوری گسسته و تبدیل کسینوس گسسته عمل مشابهی را انجام می دهند: هر دو یک بردار زمان گسسته با طول محدود را به مجموع توابع پایه مقیاس شده و تغییر یافته تجزیه می کنند. تفاوت بین این دو، نوع تابع پایه است که توسط هر تبدیل استفاده می شود. تبدیل فوری گسسته از مجموعه ای از توابع نمایی مختلط مرتبط با هارمونیک استفاده می کند، در حالی که تبدیل کسینوس گسسته فقط از توابع کسینوس (فقط قسمت حقیقی) استفاده می کند. تبدیل فوری گسسته به طور گسترده ای برای کاربردهای تحلیل طیفی عمومی وسیعی از زمینه ها پیدا استفاده می شود. همچنین به عنوان زیربنای روش هایی استفاده می شود که از ویژگی های نمایش دامنه فرکانس سیگنال ها، مانند الگوریتم های کانولوشن سریع همپوشانی-ذخیره و همپوشانی-افزودن استفاده می کنند. خاصیتی از تبدیل کسینوس گسسته که آن را برای فشرده سازی کاملاً مناسب می کند، درجه بالای "تراکم طیفی" آن است. نمایش تبدیل کسینوس گسسته سیگنال در مقایسه با تبدیل های دیگر مانند تبدیل کسینوس گسسته، انرژی بیشتری را در تعداد کمی از ضرایب متمرکز می کند. این ویژگی برای یک الگوریتم فشرده سازی بسیار مطلوب است زیرا اگر بتوان سیگنال اصلی (حوزه زمانی یا مکانی) را با استفاده از مجموعه نسبتاً کوچکی از ضرایب تبدیل کسینوس گسسته نشان داد، می توان تنها با ذخیره خروجی های تبدیل کسینوس گسسته که حاوی مقادیر قابل توجهی انرژی هستند، میزان حجم لازم برای ذخیره سازی داده ها را کاهش داد.

فرآیند:

اگر تصویر چند کاناله داریم، باید الگوریتم را به صورت جداگانه برای هر کانال اعمال کرد. قبل از اینکه بتوان پردازش تبدیل کسینوس گسسته داده را انجام داد، باید تصویر RGB را به فرمت YCbCr معادل تبدیل کرد. مرحله مهم دیگر در اینجا تغییر محدوده مقادیر پیکسل از -۱۲۸ به ۱۲۷ به جای ۰ تا ۲۵۵ است که محدوده مقادیر استاندارد برای تصاویر ۸ بیتی است.

تبدیل کسینوس گسسته داده ها (پیکسل های تصویر) را به مجموعه ای از فرکانس ها تبدیل می کند. اولین فرکانس در مجموعه با معنی ترین آنها است و به همین ترتیب تا آخرین فرکانس موجود در مجموعه. کم معنی ترین فرکانس ها را می توان بر اساس نرخ موردنظر برای فشرده سازی حذف کرد. (صفر شوند) فشرده سازی تصویر مبتنی بر تبدیل کسینوس گسسته به دو تکنیک برای کاهش داده های مورد نیاز برای نمایش تصویر متکی است. اولین مورد، کوانتیزه کردن ضرایب تبدیل کسینوس گسسته تصویر است. دومی کدگذاری آنتروپی ضرایب کوانتیزه شده است.

کوانتیزاسیون فرآیند کاهش تعداد مقادیر ممکن یک کمیت، در نتیجه کاهش تعداد بیت های مورد نیاز برای نشان دادن آن است. کوانتیزاسیون یک فرآیند با اتلاف است و این به معنای کاهش اطلاعات رنگ مرتبط با هر پیکسل در تصویر است. کدگذاری آنتروپی یک تکنیک است برای نمایش ضرایب کوانتیزه شده به صورت هرچه کامل تر که ممکن است. تبدیل کسینوس گسسته اغلب در برنامه های فشرده سازی داده های با اتلاف استفاده می شود.

¹ - overlap-save fast convolution

² - overlap-add fast convolution

Original image



Compressed image by dct 50 % threshold



شکل ۳-۵ : فشرده سازی با تبدیل کسینوسی

Precent of threshold	PNSR (db)	Size (kByte)
5.73	24.9554	2042.638
1.99	23.7923	1188.536
1.72	23.1656	966.178
1.63	22.7699	883.282

