

МОДУЛЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДКП НА ЛЕСТНИЧНЫХ СТРУКТУРАХ ДЛЯ СЖАТИЯ ДАННЫХ

В.В. КЛЮЧЕНЯ¹, А.А. ПЕТРОВСКИЙ²

^{1,2}Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
vitaly.kliuchenia@gmail.com, palex@bsuir.by

В данной работе предлагается структурное решение прямого дискретного косинусного преобразования (ДКП) и обратного (ОДКП) в виде единого вычислительного модуля для системы сжатия изображения по схеме L2L (Lossless-to-lossy – без потерь и с потерями данных). Для режима сжатия изображения без потерь будет использоваться лестничная структура, блоками которой будут являться ДКП и ОДКП.

Ключевые слова: ДКП, ОДКП, лестничная структура, lossless-to-lossy, L2L.

На сегодняшний день широко распространены мобильные мультимедийные системы, которые используют стандарты H.261/3/4/5, MPEG-1/2/4 и JPEG для кодирования/декодирования видео, аудио и изображения. Ядром этих стандартов является дискретное косинусное преобразование (ДКП) I, II, III ... VIII типа. Вариант косинусного преобразования для вектора действительных чисел применяется в алгоритмах сжатия информации без потерь и с потерями, т. е. по принципу L2L (lossless-to-lossy). Актуальность задачи компрессии изображения без потерь связана с необходимостью обработки неискаженной информации. Особенно это важно в таких приложениях как, например, обработка снимков с космических спутников, бортов беспилотных летательных аппаратов, изображений медицинского характера. Такое L2L кодирование имеется уже в JPEG2000 и HD Photo (JPEG-XR) [1-2], и т. д. Однако, существующие внедренные технологии такие как JPEG2000 и JPEG-XR не могут заменить JPEG стандарт, потому что широчайшая поддержка формата JPEG программами и различной электроникой стала залогом его долгожительства.

Для получения перфективной реконструкции в статье [3] используют лестничную структурную параметризацию, одним из свойств которых является полное восстановление данных (рис. 1).

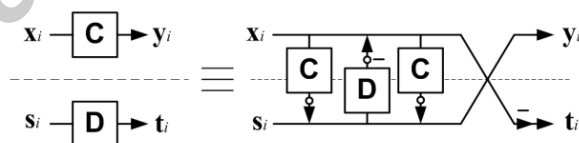


Рис. 1. Лестничная структура L2L

В качестве блоков в лестничной структуре используется прямое и обратное ДКП, которые описываются как ДКП-II типа и ДКП-III типа соответственно, вычисляются по следующим формулам:

$$[C]_{m,n} = \sqrt{\frac{2}{M}} \cdot c_m \cos\left(\frac{m(n+\frac{1}{2})\pi}{M}\right), [D]_{m,n} = \sqrt{\frac{2}{M}} \cdot c_n \cos\left(\frac{n(m+\frac{1}{2})\pi}{M}\right), \quad (1)$$

где $D = C^{-1} = C^T, 0 \leq m, n \leq M - 1, [C]_{m,n}$ – матрица прямого ДКП-II типа, а $[D]_{m,n}$ – матрица обратного ДКП или ДКП-III типа, m – количество столбцов, n – количество строк, $M = 2^n (n \in N)$

$$c_m = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & (m = 0) \\ 1 & (m \neq 0) \end{cases}, c_n = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & (n = 0) \\ 1 & (n \neq 0) \end{cases}$$

Математическое описание прямого и обратного блочного лестничного преобразования следующее:

$$\begin{bmatrix} C & 0 \\ 0 & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & I \\ -I & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ C & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & -D \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ C & I \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} C & 0 \\ 0 & D \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} D & 0 \\ 0 & C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & 0 \\ -C & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & D \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ -C & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -I \\ I & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Для данной системы допустимо применять любые существующие реализации ДКП [4-5] для кодирования изображения как с потерями, так и без потерь. Так как в качестве лестничных ступеней используются несколько подряд стоящих блоков вычисления ДКП, то целесообразно было бы объединить их в один модуль. Поэтому для реализации блоков ДКП и ОДКП для L2L схемы предлагается использовать универсальный модуль (рис. 3), который позволяет вычислять ДКП и ОДКП как одновременно, так и последовательно в разных режимах.

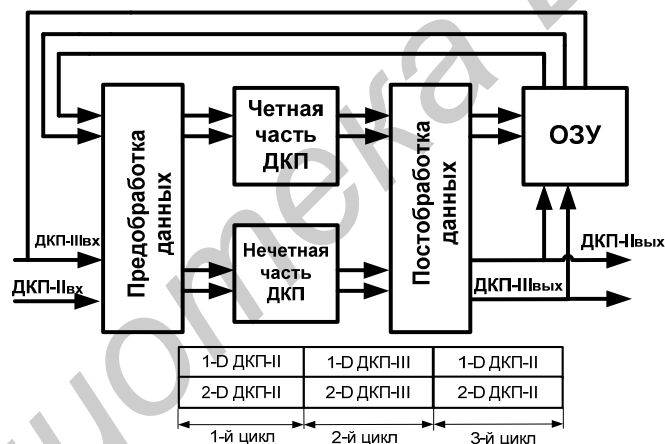


Рис. 2. Архитектура модуля вычисления ДКП-ОДКП

За основу берется двумерное 2-D (two dimensional) ДКП размерностью 8x8. Вычисление производится сначала по строкам (одномерное 1-D), сохраняя промежуточные результаты в памяти (ОЗУ), затем по столбцам (двумерное 2-D) как для прямого так и для обратного ДКП. В режиме без потерь вычисление производится по схеме 2-D ДКП/ 2-D ОДКП/ 2-D ДКП (рис.2) за три цикла. В режиме с потерями данных используется только первый цикл. Данная структура позволяет значительно сэкономить место на кристалле ПЛИС при реализации алгоритма кодирования и декодирования изображения, что является немаловажным фактором для встраиваемых мультимедийных систем.

Список литературы

1. Chengjie Tu, Sridhar Srinivasan, Gary J. Sullivan, Shankar Regunathan, and Henrique S., Low-complexity hierarchical lapped transform for lossy-to-lossless image coding in JPEG XR / HD Photo, Applications of Digital Image Processing XXXI.