

STVC

STVC Video Codec

Методы разработаны в лаборатории автоматизации научных исследований СПИИРАН.

Александров Виктор Васильевич
Кулешов Сергей Викторович

Тел. (812) 323-51-39

Адрес: 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия, д. 39, к. 206, 305

E-mail: alexandr@ias.spb.su

WWW: <http://sial.ias.spb.su>



Отладочный модуль STVC-кодека

STVC- видео кодер/декодер

Передача цифрового видеопотока – ресурсоемкая задача, которая не может решаться без компрессии и адаптации к возможностям радиоканала, способного справиться с большим объемом данных при передаче и защите от несанкционированного доступа к телевизионному кадру высокого качества в реальном времени.

Существующие цифровые кодеки (кодеры-декодеры) для видео группы MPEG основаны на принципах передачи только изменяющихся (движущихся) фрагментов изображения в предположении, что большая часть кадра неподвижна. В случае, когда изображение изменяется постоянно такое сжатие оказывается неэффективно и приводит к потере информации и к увеличению объема данных.

Предлагаемый STVC–кодек разработан в предположении, что изображение динамично изменяется. Принцип его действия концептуально отличается от известных альтернативных подходов и заключается в использовании пространственных и временных корреляций в видеопотоке.

Отличительным достоинством является отсутствию пропусков фрагментов кадров (подобно MPEG), что гарантирует отсутствие случайных пропусков фрагментов, которые кодер сочтет неподвижными. Показатели степени сжатия и субъективного качества при использовании не оптимизированного STVC кодека превосходят кодеки группы MPEG2 и сравнимы с кодеками группы MPEG4.

Кодек STVC обладает рядом достоинств:

- отсутствие "ключевых кадров" (т.е. возможность произвольного позиционирования);
- восстановление серии кадров за один проход алгоритма;
- возможность потоковой передачи;
- малая чувствительность к ошибкам при передаче;
- возможность управления скоростью потока;
- возможность распараллеливания для конвейерной обработки (до нескольких тысяч независимых потоков данных для потока стандарта PAL);
- симметричность кодека (одинаковое время кодирования / декодирования).

Наиболее предпочтительным (для достижения наилучших показателей компрессии при наилучшем качестве) для видеокодека является входной поток без резких изменений сюжета.

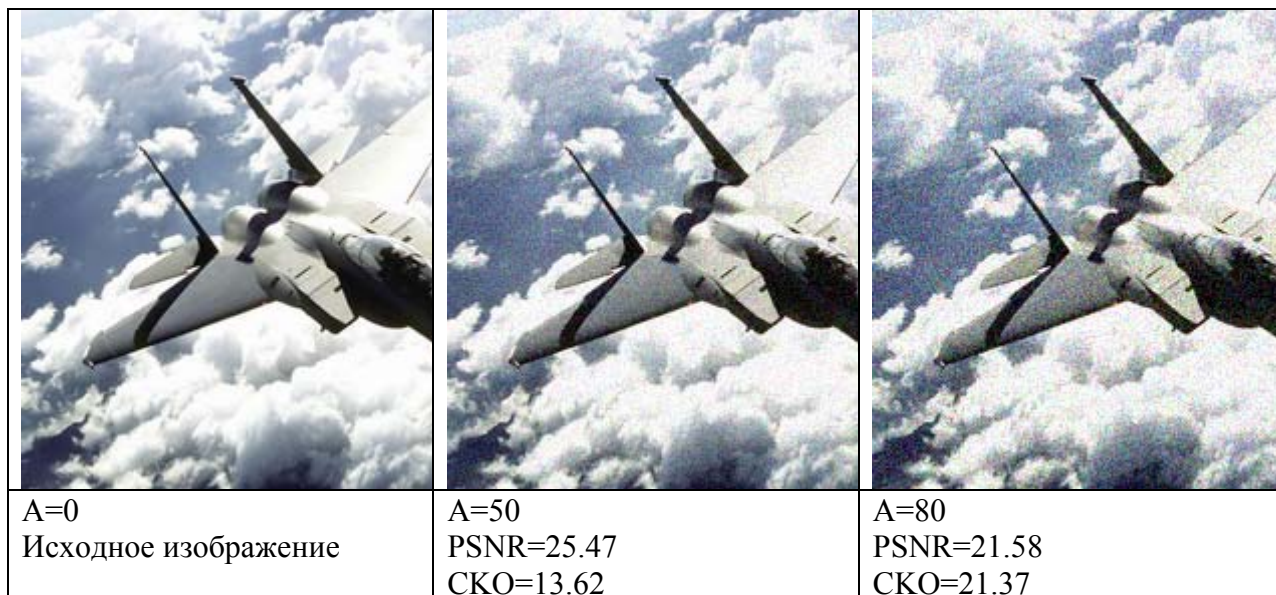
В кодеке имеется поддержка функции адаптации, ограничения потока на заданном уровне (VBR – variable bit rate) и динамического управления режимами компрессии.

Характеристики кодека STVC

Размер кадра:	От 16x16 до 2048x2048
Формат входного потока:	24-бит RGB, 24-бит YUV, 8-бит V/W
Формат выходного потока:	Непрерывный битовый поток с переменной длиной кадра
Степень сжатия данных:	От 1:1 (без потерь) до 100:1
Базовый алгоритм сжатия:	Алгоритм STVC
Режимы работы:	1. Фиксированное качество (переменная скорость потока) 2. VBR – ограничение скорости потока сверху (переменное качество) 3. Динамическое управление режимами преобразования
Дополнительные возможности:	Возможность динамического управления параметрами компрессии (декомпрессии) и преобразования в режиме реального времени
Средняя скорость потока (при невозможности субъективно отличить изображение-оригинал от сжатого изображения)	720x576 RGB, 25 кадр/с: 6.4 Мбит/с (сжатие 40:1) 720x576 V/W, 25 кадр/с: 2.13 Мбит/с (сжатие 40:1) 320x240 V/W, 25 кадр/с: 1.6 Мбит/с (сжатие 10:1)

Сравнение параметров кодека STVC и кодеков MPEG

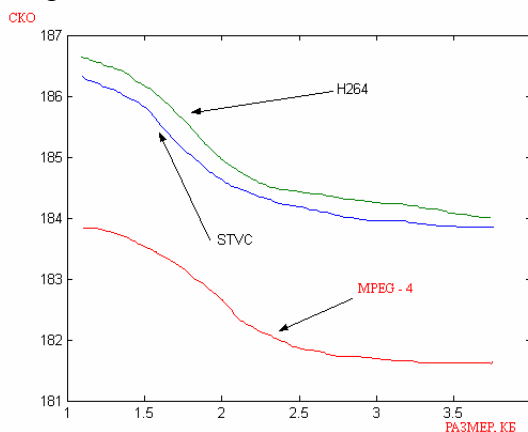
При сравнении использовался цветной (RGB) видеофрагмент размером 320x240 пикселей с частотой кадров 25 кадров/с. Для оценки качества обработки сигнала с шумом внесем в изображение случайный шум с амплитудой A .



Оценка PSNR для видео с динамичными сменами плана для различных типов кодеков (при равной скорости выходного сжатого потока).

	Наибольшая компрессия	Средняя компрессия	Наименьшая компрессия
STVC	30	35.15	37
DIVX	38.39 (divx4)	40.44	40.56
MPEG-2	35.46	37.92	37.92
MJPEG-2(PIC Video)	-	34.98	40.60

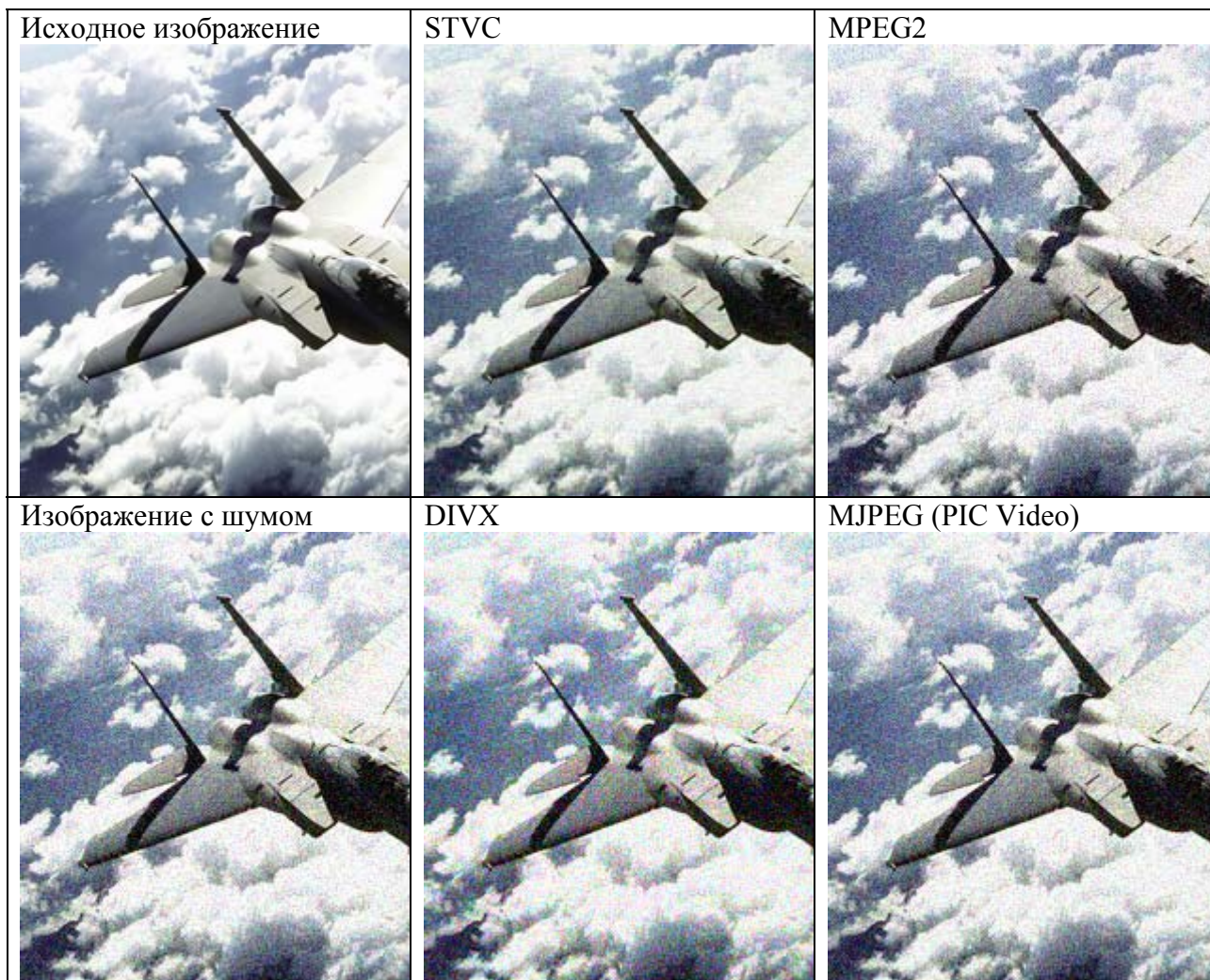
Зависимость среднеквадратичного отклонения (CKO) от степени сжатия (среднего размера сжатого кадра) для различных типов кодеков



Оценка значения PSNR для видео с неподвижным изображением и динамическим зашумлением для различных типов кодеков. A – амплитуда шума.

	A=10	A=20	A=50	A=80
STVC	36.23	35.45	30.9	26.70
DIVX	37.04	32.73	25.85	21.59
MPEG-2	39.45	35.68	28.56	24.52
MJPEG (PIC Video)	31.67	32.30	27.41	22.49

Наглядное сравнение качества изображения с динамическим зашумлением для различных типов кодеков при A=80.



Сравнение параметров кодека STVC и кодеков MPEG (черно-белый вариант)

Сравнение среднеквадратичного отклонения (СКО)

Изображение ч/б 320x240, сравнение кадра в динамичном видеопотоке до компрессии с идентичным кадром после компрессии.

Кодек	СКО
STVC	4,8
MPEG2	20,8
MPEG4 (DIVX)	2,5

Тест «стоп-кадр»

Изображение ч/б 320x240, сравнение кадра в статической последовательности до компрессии с идентичным кадром после компрессии.

Кодек	СКО
STVC	4,0
MPEG2	18,1
MPEG4 (DIVX)	2,2

Стоп-кадр с зашумленным исходным изображением

Изображение ч/б 320x240, сравнение кадра в статической последовательности до компрессии с идентичным кадром после компрессии.

Кодек	СКО
STVC	2,8
MPEG2	12,0
MPEG4 (DIVX)	4,5

Зашумление исходного изображения

Изображение ч/б 320x240, сравнение кадра в динамичном видеопотоке до компрессии с идентичным кадром после компрессии.

Кодек	СКО
STVC	11
MPEG4 (DIVX)	23

Используемая методика оценки качества изображения.

Все значения PSNR были вычислены с использованием стандартного программного инструмента PSNR_Checker.

Величина PSNR (peak signal-to-noise ratio) – пиковое отношение сигнала к шуму обозначает соотношение между максимумом возможного значения сигнала и мощностью шума, искажающего значения сигнала. Поскольку многие сигналы имеют широкий динамический диапазон, PSNR обычно измеряется в логарифмической шкале в децибелах. PSNR наиболее часто используется для измерения уровня искажений при сжатии изображений. Проще всего его определить через среднеквадратичное отклонение (СКО, MSE), которое для двух монохромных изображений I и K размера $m \times n$, одно из которых считается зашумленным приближением другого, вычисляется так:

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |I(i, j) - K(i, j)|^2$$

PSNR определяется так:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right)$$

где MAX_I – это максимальное значение, принимаемое пикселем изображения. При разрядности пиксела 8 бит, $MAX_I = 255$.

Для цветных изображений с тремя компонентами RGB на пиксель применяется такое же определение PSNR, но MSE считается по всем трем компонентам (и делится на утроенный размер изображения).

Типичные значения PSNR для сжатия изображений лежат в пределах от 30 до 40 dB. Большому значению PSNR соответствует лучшее качество изображения на фоне шума.