Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений Существующие подходы

Критерии эффективности сжатия с потерями

Для сжатия основные критерии остаются неизменными, за тем лишь исключением, что процесс фильтрации меняется на процесс компрессии

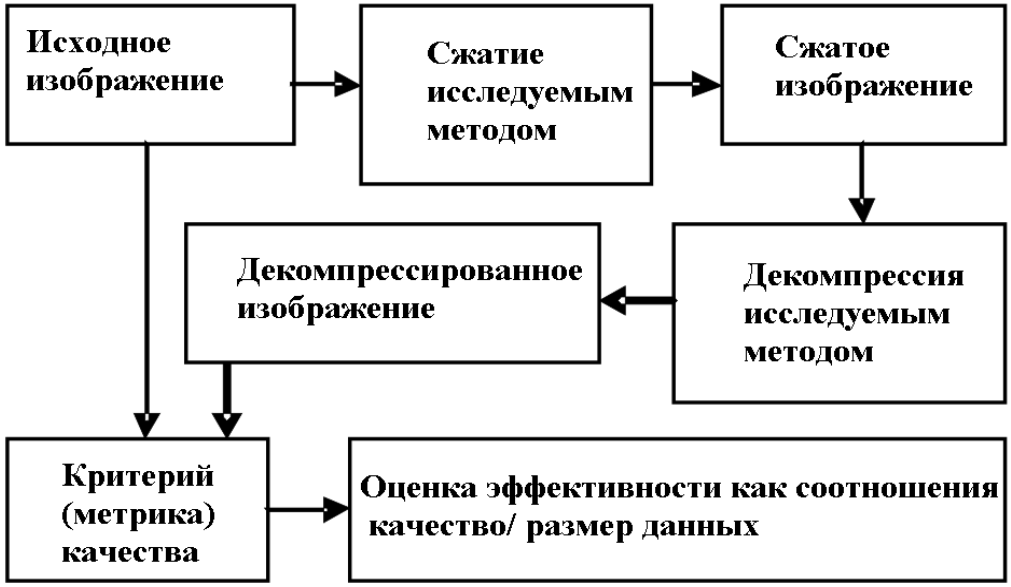
$$PSNR_{or} = 10\log_{10}(255^2 / MSE_{or})$$

$$MSE_{or} = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}(I_{ij}^{d} - I_{ij}^{n})^2 / IJ$$

где I, J – количество строк и столбцов изображения, I_{ij}^{d}, I_{ij}^{n} - ij-й пиксель декодированного и исходного изображения.

Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений Существующие подходы

Процесс оценки алгоритма сжатия



Не существует универсальной метрики, одинаково хорошо работающей для всех типов искажений. Поэтому используют метрику PSNR, а также метрики визуального качества, которые будут рассмотрены позднее.

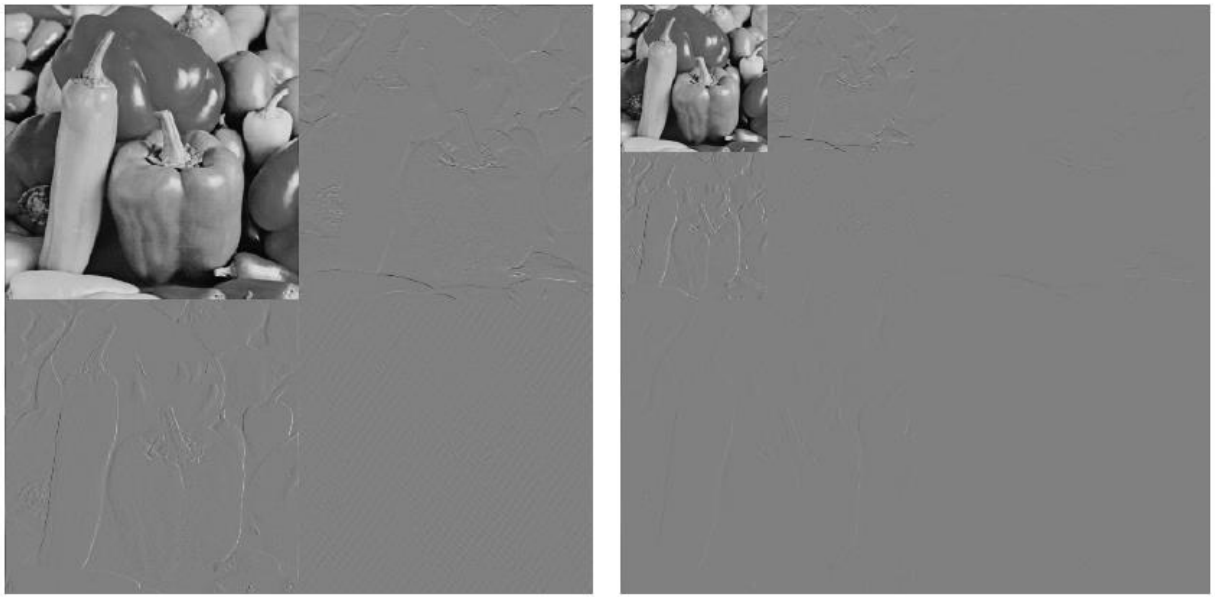
Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений Существующие подходы

Сжатие на основе ортогональных преобразований

Сжатие на основе ДВП последнее время является одним из наиболее интенсивно исследуемых методов сжатия изображений с потерями информации. На его основе разработан стандарт сжатия изображения JPEG2000, существенно превосходящий стандарт JPEG по качеству декодированных изображений.

ДВП различают между собой по используемым для разложения на частотные составляющие фильтрам. Наиболее простым из них является вэйвлет Хаара.

Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений Существующие подходы



Примеры использования разного количества уровней разложения при использовании вейвлета Хаара

Для большинства кодеров на основе вейвлетов параметром, упрявляющим степенью сжатия, является так называемый bpp (bits per pixel), который связан для восьмибитных данных с КС соотношением bpp=8/КС.

Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений Существующие подходы

Достоинства сжатия на основе ДВП:

- высокая эффективность при сжатии фотографических изображений;
- высокая эффективность при сжатии перепадов и мелких деталей изображения;
- отсутствие блочного эффекта на изображении, присущего всем методам, основанным на разбиении изображения на отдельные блоки;
- относительная простота управления степенью сжатия, если это является одним из приоритетных требований.

Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений Существующие подходы

Недостатки:

- низкая эффективность при сжатии искусственных (например, мультипликационных) изображений;
- низкая эффективность при сжатии текстурных участков;
- низкая адаптивность метода;
- эффекты Гиббса при больших степенях сжатия;
- сложность обеспечения заданного визуального качества.

Основная закономерность: при уменьшении bpp (увеличении КС) значения подавляющего большинства метрик уменьшаются (ухудшаются), исключение составляет лишь метрика DCTune, для которой чем значение меньше, тем качество выше.

Основные представители: JPEG2000 и SPIHT.

Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений Существующие подходы

Сжатие на основе ДКП

является одним из наиболее хорошо изученных методов сжатия изображений с потерями информации. В частности, широкое распространение получил разработанный на его основе стандарт сжатия JPEG.

Полезным свойством ДКП при обработке цифровых изображений является то, что ДКП для локальных участков естественных изображений по эффективности декореллирования значений пикселей является хорошей апроксимацией оптимального преобразования Карунена-Лоева. Это привело к широкому использованию ДКП в цифровой обработке изображений, в частности, при разработке JPEG.

Лекция 10

Для сжатия изображенияй чаще всего используются *методы типа JPEG (Joint Photographic Expert Group)*, основанные на потере малосущественной информации (не различимые для глаза оттенки кодируются одинаково).

В этих методах передаваемая последовательность пикселей:

- делится на блоки размера 8×8 пикселей,
- в каждом блоке производится косинусное преобразование,
- устраняются (обнуляются) частоты с малыми коэффициентами ДКП,
- передаются квантованные коэффициенты разложения для оставшихся частот,
- по ним на приемной стороне изображение восстанавливается.

Лекция 10.
Блочный эффект

Увеличенный фрагмент изображения «Барбара» (64×64 пикселя) восстановленного изображения при сжатии блоков размером 8×8.

Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений Существующие подходы

Эффективность сжатия здесь во многом зависит от правильности выбора размера блоков, от сложности и эффективности используемых частотных моделей, от эффективности используемого энтропийного кодера. В частности, в стандарте JPEG выбран размер блоков 8×8 пикселей, чего во многих случаях недостаточно для эффективной декорреляции данных, а также используется упрощенное частотное моделирование.

Поэтому эффективность сжатия изображений, обеспечиваемая стандартом JPEG не является максимально достижимой для методов сжатия, основанных на ДКП.

Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений Существующие подходы

Существуют методы рекомпрессии коэффициентов ДКП в общей структуре JPEG. Ниже приведены некоторые результаты, где J-M – метод рекомпрессии, ACF (additional compression factor) – дополнительная степень сжатия, достигаемая за счет более эффективного сжатия (bit plane coding).

Image	bpp (JPEG)							
	2		1		0.5		0.25	
	J-M	ACF	J-M	ACF	J-M	ACF	J-M	ACF
Lenna	1.525	1.31	0.676	1.48	0.286	1.75	0.114	2.20
Barbara	1.483	1.35	0.635	1.58	0.266	1.88	0.109	2.30
Goldhill	1.503	1.33	0.670	1.49	0.285	1.75	0.112	2.23
Baboon	1.474	1.36	0.661	1.51	0.276	1.81	0.110	2.26
Peppers	1.509	1.33	0.676	1.48	0.286	1.75	0.112	2.22

Коэффициент сжатия (для изображений часто выражается в bpp – bits per pixel)

Лекция 10. Сжатие сигналов и изображений. Существующие подходы

Таким образом, может быть достигнуто существенное увеличение степени сжатия, особенно при больших исходных КС.

Для JPEG параметром, управляющим степенью сжатия, является фактор качества (quality factor), имеющий значение от 1 до 100. Значения порядка 85 примерно соответствуют ситуации, когда вносимые при сжатии искажения визуально незаметны.

Фактически фактор качества определяет значения матрицы коэффициентов квантования коэффициентов ДКП для варианта JPEG, оптимизированного под визуальное качество.

Лекция 10. Основные характеристики методов сжатия с потерями

Основной характеристикой, описывающей качество (эффективность) работы методов сжатия с потерями, считается кривая потери-КС, которая может быть представлена в различном виде

- как зависимость среднеквадратической ошибки (СКОш) внесенных потерь от КС,
- как зависимость СКОш от шага квантования (ШК) или параметра bpp (bits per pixel);

или

- как зависимость пикового отношения сигнал-шум (ПОСШ – PSNR) от тех же величин.

Иногда вместо СКОш или ПОСШ используют другие метрики (меры), например, метрики визуального качества.

Обычно зависимости имеют монотонный характер – чем больше КС (больше ШК, меньше bpp), тем хуже качество (больше СКОш, меньше ПОСШ).

Первый «постулат» - **JPEG2000 обладает заметно лучшими характеристиками, чем JPEG, что и обусловило его принятие в качестве нового стандарта**