

ВЕКТОРНОЕ КВАНТОВАНИЕ В СТЕГАНОГРАФИИ

Стеганография исследует скрытую передачу данных.

Принципы векторного квантования

Квантование является одним из способов сокращения объема информации. В стеганографии широко используются все виды квантования. Так, линейное и решетчатое квантования используются авторами в работах [1, 2]. При векторном квантовании весь набор отсчетов сигнала разбивается на векторы. Набор векторов Y называется кодовой книгой. Кодовая книга может строиться заранее и применяться для всех изображений (фиксированная кодовая книга) или может строиться специально для каждого изображения (адаптивная кодовая книга).

В стеганографии векторное квантование применяют для кодирования встраиваемого сообщения, так достигается увеличение объема встроенных данных. Построение оптимальной кодовой книги является достаточно сложной задачей [3]. Кодовая книга должна быть известна получателю сообщения.

Скрытие изображений с использованием векторного квантования

Внедрение скрытого сообщения обычно производится по аддитивному алгоритму [4] в частотной области. Для внедрения изображения-сообщения в контейнер был разработан алгоритм с использованием вейвлет-преобразования [5]. Кодовую книгу можно передавать по другому каналу связи либо использовать фиксированную. Однако следует учесть, что использование фиксированной кодовой книги повышает сте-

пень защиты информации, так как нет необходимости передавать ее по каналу связи.

Характеристика двух методов квантования

Предложенный алгоритм был реализован в двух вариантах. Первый вариант (назовем его VQ-векторный квантователь) представляет собой обычное векторное квантование [5]. Рассчитаем объем кодовой книги в случае ее фиксированных значений. Число возможных размещений из n различных вариантов по m с повторениями: $A_m^n = n^m$. Длина вектора $m=8$. При использовании евклидова расстояния $E=128$ цвета каждой точки могут отличаться друг от друга на 16 единиц, т.е. количество различных элементов $n=256/16=16$. Тогда количество размещений $A_m^n = 16^8 = 2^{32}$. При размере вектора 8 байт размер фиксированной кодовой книги составит $2^{32} * 8 = 2^5 * 2^{30} = 32$ Гб. Безусловно, хранение такой кодовой книги не представляется возможным. Поэтому в данном варианте создается адаптивная кодовая книга. Реализация показала, что размер такой кодовой книги составляет при $E=128$ порядка 50 векторов, или $50 * 8 = 400$ байт.

Второй вариант (назовем его LVQ) заключается в использовании нейронной сети [6]. Обучающийся векторный квантователь LVQ реализуется с помощью сети Кохонена. Получим фиксированную кодовую книгу, которую можно использовать для квантования любого изображения. Ее размер составляет 795 Кбайт.

Анализ производительности методов

В качестве критериев для анализа производительности используем время квантования сообщения при известной кодовой книге и вре-

Таблица 1

Таблица 2

Критерий сравнения	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Средние значения	Критерий сравнения	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
Евклидово расстояние	64	128	192	-		VQ	LVQ	VQ	LVQ
Размер контейнера	256x256			-	Размер контейнера	256x256		256x256	
Размер сообщения	64x64				Размер сообщения	64x64		192x192	
PSNR	50,348	73,02	68,048	63,8048	PSNR	63,8	18-46	12,0	23,0
Время квантования	3,104	2,444	2,253	2,60033	Время квантования	2,6	2,6	55,1	24,9
Время обратного квантования	0,05	0,05	0,05	0,05	Время обратного квантования	0,05	69,91	3,27	731,50

мента обратного квантования. Качество изображения оценим по пиковому отношению сигнал\ шум PSNR. Поскольку первый вариант больше зависит от исходных данных, для табл. 1 вычислим усредненные характеристики.

Проведем сравнение методов первого и второго вариантов (см. табл. 1, 2).

Из табл. 2 видно, что метод LVQ имеет значительно большее время обратного квантования, т.е. на приемной стороне необходимо затратить значительное время на извлечение изображения. Однако на приемной стороне выигрыш в скорости квантования примерно в 2 раза дает метод LVQ при увеличении объема встроенного сообщения. При малых объемах сообщения скорости квантования примерно одинаковы. Качество восстановленного изображения при малых объемах сообщения оставляет желать лучшего, однако при больших объемах сообщения метод LVQ превосходит метод VQ по качеству изображения.

Выводы

На основании проведенных исследований можно выработать следующие рекомендации для методов векторного квантования в стеганографии:

- При небольших объемах внедряемых данных лучшие результаты дает метод VQ с использованием адаптивной кодовой книги, например, при внедрении цифровых водяных знаков.

- При значительных объемах внедряемых данных целесообразно применить метод LVQ с фиксированной кодовой книгой, например, для организации тайного канала связи. При этом надо учесть, что время извлечения сообщения на приемной стороне все же возрастает в сотни раз, т.е. получатель должен иметь временной ресурс, получая взамен более высокое качество изображения.

Литература

1. Chae J.J. A Technique for Image Data Hiding and Reconstruction without Host Image.– Mode of access: <http://www-iplab.ece.ucsb.edu/publications/99SPIE.pdf>
2. Mukherjee D., Chae J.J. A source and Channel Coding Approach to Data Hiding with Application to Hiding Speech in Video // Proceeding of IEEE ICIP'98.
3. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. – М.: Триумф, 2003.
4. Грибунин В.А. Цифровая стеганография. – М.: Эксмо, 2002.
5. Горбашко Л.А. Метод скрытия изображений с применением векторного квантования // Вестник БГТУ.–2005.–№ 5: Физика, математика, информатика.
6. Gorbashko Larisa, Golovko Vladimir. A Steganographic Method Using Learning Vector Quantization // Proceedings of ICNNAI'2006, Brest, 2006.