

Оценка количества информации изображения в детерминированном подходе

Харинов М. В.

khar@iias.spb.su

Санкт-Петербург, СПИИ РАН

В современных информационных технологиях вообще, и в области защиты сигналов (изображений) в частности, не достаёт простых способов формализации понятия информации. При этом:

- понятия «сигнал», «информация» и «смысл информации» недостаточно четко разграничиваются между собой;
- при оценке количества информации обычно не уточняется понятие самой информации;
- недостаточно используются возможности отслеживания распределения информации по амплитудным отсчетам сигнала для управления его обработкой;
- ограниченное внимание уделяется способам экспериментальной проверки расчетных значений локальной оценки количества информации.

Недостаточная формализация понятия информации ограничивает развитие общих методов анализа сигналов, и для эффективной обработки изображения либо требуется заранее знать, хотя бы приблизительно, что на нем изображено, либо прибегать к трудоемкой процедуре настройки программной системы на обработку изображений требуемого типа. Формализация понятия информации особенно необходима для решения стеганографических и других задач обратимого встраивания одного сигнала в другой при условии, что оба сигнала при приеме и разделении считаются неизвестными.

Перечисленные недостатки преодолеваются в модели изображения, предложенной в СПИИ РАН, которая строится и экспериментально обосновывается в рамках объединения подходов к пониманию информации, выдвинутых ведущими советскими учеными А. Н. Колмогоровым [1], Ф. Е. Темниковым [2, 3] и Н. П. Брусенцовым [4, 5] еще в годы становления информатики.

Модель изображения с виртуальной памятью

В модели [6, 7, 8] цифровое изображение рассматривается как запоминающая среда и средство для передачи кодированной информации, обладающее самостоятельной троичной «виртуальной» памятью. Считается, что виртуальная память состоит из ячеек, подобных ячейкам памяти компьютера, в которых хранятся исходные отсчеты яркости изображения. Каждому пикселу сопоставляется самостоятельная ячейка вир-

туальной памяти. Ячейки виртуальной памяти образуются из последовательных тритов различного разряда аналогично тому, как байты компьютерной памяти состоят из битов.

Виртуальная память рассчитывается по изображению, и по сравнению с памятью, занимаемой изображением в компьютере, обычно имеет большее число разрядов. Запоминающие элементы (триты) виртуальной памяти подразделяются на переменные (read-write), значения которых допускается изменять при обработке изображения, и фиксированные (read-only), которые при модификации переменных тритов сохраняются и обеспечивают восстановление изображения в некотором упрощенном виде. Под количеством информации, содержащейся в данном отсчете яркости, понимается число переменных тритов, которое определяет объем переменного «сообщения». Помимо модификации переменных тритов в модели предусматривается их преобразование в фиксированные, при котором количество информации в рассматриваемом отсчете яркости уменьшается, что выражается в уменьшении в изображении числа различных пикселей.

Как показывают эксперименты [6, 8], виртуальная память способна хранить коды информации независимо от предусмотренных линейных и нелинейных преобразований или, например, затухания сигнала в процессе передачи, а также при определенных условиях сохранять информацию устойчиво к возможным искажениям сигнала.

Информация разделяется в виртуальной памяти на явную и неявную компоненты. Объем неявной компоненты обычно составляет не менее 30–50% объема изображения, что позволяет дублировать в неявной компоненте коды явной информации для ее восстановления в случае повреждения за счет повторений в последовательных разрядах виртуальной памяти, которые сопоставляются вычисляемым по изображению вложенным диапазонам шкалы яркости. При этом встраивание в изображение собственной информации имеет самостоятельное значение, поскольку его необходимо выполнять при формировании каждого разряда виртуальной памяти для подавления искажений, возникающих в младших разрядах. В задачах сжатия изображений самовстраивание оказывается полезным для повышения коэффициента сжатия при сохранении качества зрительного восприятия и результатов автоматической обработки.

Перспективы применения

Помимо изображений модель применима к аудиосигналам, а также к сигналам иной природы и, помимо технологии восстановления изображений на основе самовстраивания, оказывается эффективной для решения различных прикладных задач:

- неявной передачи в составе аудиосигнала сопутствующего видеоспровождения без существенного конструктивного изменения передающих и приемных устройств;
- автоматизации распознавания сигналов на основе анализа особенностей распределения информации по амплитудным отсчетам сигнала;
- повышения пропускной способности или надежности передачи по каналам связи за счет максимального использования емкости несущего сигнала;
- защиты электронных и обычных документов (например, денежных знаков) при условии индивидуальной защиты каждого отдельного документа без создания базы данных.

В дальнейшем в рамках модели сигнала с виртуальной памятью [6, 7, 8] предполагается разработать способ выделения объектов в представлении изображения с равномерным распределением количества информации по градациям яркости, а также развить приложения модели в задачах хранения, передачи и обработки сигналов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 06-07-95007, и в 2007 г. поддерживается грантом международного фонда «Human Capital Foundation» (www.hcfoundation.ru).

Литература

- [1] Колмогоров А. Н. Три подхода к определению понятия «Количество информации» // Пробл. передачи информации. — 1965. — Вып. 1, Т. 1. — С. 3–8.
- [2] Темников Ф. Е. Информатика // Известия вузов. Электромеханика. — 1963. — № 11. — С. 1277.
- [3] Темников Ф. Е., Афонин В. А., Дмитриев В. И., Теоретические основы информационно-технической техники. — М: Энергия, 1979. — 512 с.
- [4] Брусенцов Н. П. Вычислительная машина «Сетунь» Московского государственного университета. В кн.: Новые разработки в области вычислительной математики и вычислительной техники. — Киев, 1960. С. 226–234.
- [5] Брусенцов Н. П. Реставрация логики. — М.: Новое тысячелетие, 2005. — 165 с.
- [6] Харинов М. В. Запоминание и адаптивная обработка информации цифровых изображений. — СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. — 138 с.
- [7] Харинов М. В. Адаптивное встраивание водяных знаков по нескольким каналам. Заявка на патент РФ № 2006119273 (заявители: СПИИРАН–«Самсунг Электроникс Ко., Лтд.»), 2006. — 180 с.
- [8] Kharinov M. V. Representation of Image Information for Computer Calculations // Pattern Recognition and Image Analysis. — 2007. — Vol. 17, № 1. — P. 117–124.