

Белов А.А.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: kaf-eivt@yandex.ru

Выбор оптимальных уровней пороговой обработки при сжатии временных рядов в системе экологического мониторинга

Одной из подсистем системы экологического мониторинга является подсистема сжатия и резервного хранения данных.

Общее число датчиков системы контроля за выбросами может быть достаточно большим (к каждому ПК стационарного информационно-измерительного поста сбора системы контроля по различным интерфейсам может подключаться значительное число датчиков (например, по интерфейсу RS-485 подключается до 32 датчиков), а информация с датчиковой аппаратуры может собираться через короткие промежутки времени, поэтому необходимо сокращать объемы массивов накопленных значений временных рядов концентраций [1].

Любую систему сжатия можно представить в виде 2 основных блоков - кодера и декодера и вспомогательных блоков, зависящих от способа сжатия и распаковки временных рядов (рис. 1).



Рис. 1. Подсистема сжатия временного ряда

На первой стадии процесса сжатия преобразователь трансформирует временной ряд в некоторый формат, приспособленный для снижения избыточности между отсчетами ряда. На второй стадии блок квантования понижает точность выходных данных после преобразователя в соответствие с ранее оговоренным критерием точности. На последнем этапе процесса сжатия кодер строит оптимальную кодовую последовательность. Декодер выполняет обратные функции. Так как процедура квантования является необратимой, то блок обратного квантователя в схеме отсутствует.

Применение вейвлет-преобразования при сжатии временных рядов данных позволяет увеличить его эффективность, по сравнению с другими существующими алгоритмами. Вейвлет-преобразование выполняет подготовительные функции преобразования для повышения эффективности дальнейшего кодирования (сжатия) любым из известных методов.

Операция сжатия одномерных сигналов с удалением малозначимых значений вейвлет-коэффициентов также выполняется на основе определенных пороговых ограничений их значений, и во многом практически тождественна операции сглаживания [2].

Существуют несколько методик по выбору оптимальных пороговых уровней отсекающих детализирующих коэффициентов вейвлет-разложения ряда: стратегия высокой, средней и низкой редкости детализирующих коэффициентов (Scarce high, medium, low); стратегия выбора многоуровневого штрафного порога отсекающих детализирующих коэффициентов (Penalize high, medium, low); стратегия удаления детализирующих коэффициентов, стремящихся к нулю (Remove near 0); стратегия процентного баланса между нормой сжатого сигнала и количеством обнуленных детализирующих коэффициентов (Balance sparsity norm) [3].

Процедуру пороговой обработки можно осуществлять над любыми коэффициентами, полученными при разложении. Степень сходства исходного и сжатого сигналов можно выразить

через величину взаимной информации $I(x_k, x_k^*)$. Данная характеристика показывает, сколько информации об исходном сигнале x_k сохраняется в сжатом восстановленном x_k^* сигнале:

$$I(x_k, x_k^*) = \sum_{k=1}^t p(x_k, x_k^*) \cdot \log_{10} \frac{p(x_k, x_k^*)}{p(x_k) \cdot p(x_k^*)},$$

где $p(x_k)$, $p(x_k^*)$ - плотности распределения вероятностей отсчетов исходного и сжатого сигналов соответственно, $p(x_k, x_k^*)$ - совместная плотность распределения вероятностей сигналов.

Работа выполнена при поддержке гранта президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых кандидатов наук и докторов наук № МК-2032.2018.5.

Литература

1. Белов А.А., Кропотов Ю.А., Проскуряков А.Ю. Вопросы обработки экспериментальных временных рядов в электронной системе автоматизированного контроля // Вопросы радиоэлектроники. 2010. Т. 1. № 1. С. 95-101.
2. Белов А.А., Кропотов Ю.А. Исследование вопросов сжатия и поиска картографической информации методом вейвлет-преобразований в экологической геоинформационной системе // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2008. № 12. С. 9-14.
3. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Р, 2002, 439 с.