

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Истомин В.В., Истомина Т.В.

Пензенский государственный университет, Пензенская государственная технологическая академия

Количество информационных потоков в современном мире растет быстрее, чем объемы устройств для хранения данных и пропускная способность линий связи. Самым рациональным решением этой проблемы является использование сжатия информации. При этом не возникает необходимости в ограничении количества информации, которое часто приводит к снижению разрешающей способности данных и, как следствие, к ухудшению качества информации. Это решение позволяет в несколько раз сократить требования к объему устройств хранения данных и к пропускной способности каналов связи без дополнительных затрат (за исключением издержек на реализацию алгоритмов сжатия). Условиями его применимости является избыточность информации и возможность установки специального программного обеспечения или аппаратуры как вблизи источника, так и вблизи приемника информации. Как правило, на практике оба эти условия удовлетворяются.

Именно вследствие необходимости использования сокращения количества информации методы сжатия достаточно широко распространены. Однако существуют две серьезные проблемы. Во-первых, широко используемые методы сжатия, как правило, устарели и не обеспечивают достаточной степени сжатия, в то же время они встроены в большое количество программных продуктов и библиотек, и поэтому будут использоваться еще достаточно долгое время. Во-вторых, проблемой является частое применение методов сжатия, не соответствующих характеру данных. К тому же, сведения о сжатии различных типов данных разрознены и не систематизированы.

Поэтому актуальным является проведение систематизации существующих методов сжатия информации, а также современных подходов к сжатию данных. Для определения алгоритмов, наиболее эффективных при обработке различных типов данных (числовых последовательностей, текста, статических и динамических сигналов и изображений) целесообразно произвести их упорядочение и выбор критериев сопоставления их характеристик.

Накопление и систематизация характеристик методов сжатия должны способствовать целесообразному использованию различных алгоритмов сжатия и их эффективному практическому применению в различных сетевых, файловых, измерительных и вычислительных компьютерных системах.

Определение алгоритмов, наиболее эффективных при сжатии-восстановлении данных различных типов, базируется на анализе свойств, принципов работы и основных характеристик. Поэтому систематизация производилась по признакам, основополагающим для всех методов сжатия, а именно:

Обратимость алгоритма определяет возможность восстановления информации – признак, который говорит, происходит ли при сжатии потеря данных или нет. Этот критерий является определяющим при классификации алгоритмов. В частности, методы, производящие сжатие с потерями, могут быть применены только для компрессии графики, видео или звука, то есть тех типов данных, в которых имеется избыточность.

Последовательность обработки данных. Этот критерий определяет, однопроходным или многопроходным является конкретный алгоритм. Эта характеристика тесно связана с предоставлением во времени информации, которая подвергается сжатию.

Непрерывность определяет, в каком режиме работает реализация алгоритма: непрерывном или пакетном. Первый использует для создания и поддержки словаря непрерывный поток символов, а второй также использует поток символов для создания и поддержания словаря, но поток здесь ограничен одним пакетом и по этой причине синхронизация словарей ограничена границами кадра. Непрерывный режим обеспечивает лучшие коэффициенты сжатия, но задержка получения информации (сумма времен сжатия и декомпрессии) при этом больше, чем в пакетном режиме (рисунок 1).

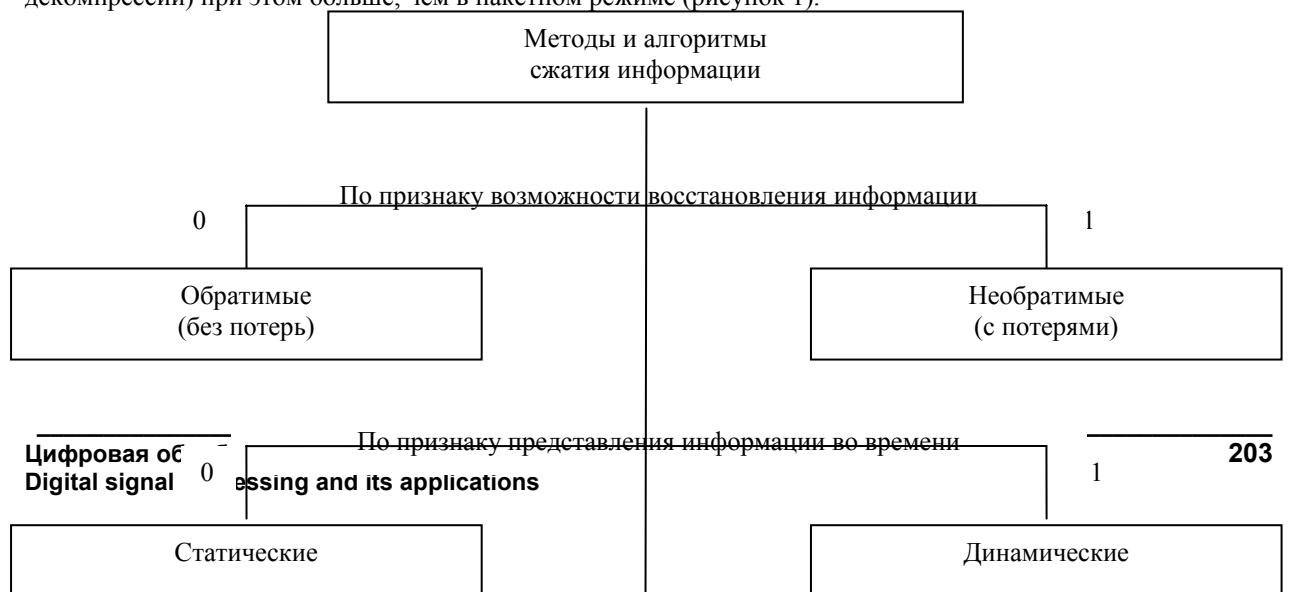


Рис. 1.

Основными критериями для сравнения характеристик конкретных реализаций алгоритмов сжатия в контексте результативности их работы являются:

- **степень сжатия** (compress rating) или отношение (ratio) объемов исходного и результирующего потоков;
- **скорость сжатия** - время, затрачиваемое на сжатие некоторого объема информации входного потока, до получения из него эквивалентного выходного потока;
- **качество сжатия** - величина, показывающая, на сколько сильно упакован выходной поток, при помощи применения к нему повторного сжатия по этому же или иному алгоритму.

Любой метод сжатия информации может быть реализован посредством как статического, так и динамического алгоритма.

Применительно к необратимым алгоритмам сжатия мы можем использовать термин «формат». В различных форматах используются различные алгоритмы, и понятия «формат» и «алгоритм» нельзя использовать как синонимы. JPEG является единственным совпадением – так называется и формат, и алгоритм сжатия.

Проанализируем в соответствии с рассмотренными критериями и характеристиками наиболее известные из применяющихся в настоящее время методов и алгоритмов компрессии данных.

- Способ кодирования серий (RLE).

Это наиболее простой алгоритм. Хотя он и имеет сравнительно низкую степень сжатия, но достаточно эффективен для сжатия растровых графических изображений. Применяется только как дополнение к другим методам. Различные модификации алгоритма RLE реализованы в огромном количестве графических форматов, в том числе в BMP, PCX, TIFF, GIF.

- Алгоритм Лемпеля-Зива (LZ77; LZ78).

Является однопроходным. На нем базируется большинство форматов сжатия. Это наиболее эффективный алгоритм из практически используемых в настоящее время.

- Алгоритм Лемпеля-Зива-Велча (LZW).

Является однопроходным. Обладает высокой скоростью работы, но низкой степенью сжатия по сравнению с LZ-compression.

- Классический алгоритм Хаффмана.

Основан на использовании статистических словарей. Также существует динамический алгоритм Хаффмана, который сейчас применяется в основном в экспериментальных целях.

- Арифметическое кодирование.

Стандартный двухпроходный алгоритм, эффективный для сжатия любой информации. В основном применяется в тех случаях, когда степень сжатия важнее, чем временные затраты на сжатие. Достигается теоретическая граница степени сжатия. Применение для кодирования черно-белых изображений даёт блестящие результаты. Используется только в сочетании с другими методами. может быть использовано

- Алгоритм Шеннона-Фано.

Один из самых первых алгоритмов, схож с алгоритмом Хаффмана. Это статистический метод, он не обеспечивает оптимального сжатия.

- Сжатие данных с использованием преобразования Барроуза-Вилера (BWT).

Это обратимый алгоритм перестановки символов во входном потоке, позволяющий эффективно сжать полученный в результате преобразования блок данных.

Далее рассмотрим алгоритмы, допускающие сжатие с потерями данных, так как они применяются для сжатия графики, звука и видео:

- Алгоритм сжатия JPEG.

Предназначен для компрессии статических изображений. Широко применяется в веб-камерах, видеосерверах и других сетевых устройствах. Способен обеспечить сравнительно высокую степень компрессии при минимальной потере данных. Недостатком JPEG является так называемый «мозаичный эффект», а также этот формат сжатия имеет ограничения на полосу пропускания.

- Метод JPEG2000.

Это улучшенный метод сжатия JPEG. Может осуществлять сжатие как с потерями, так и без потерь. Сочетает все преимущества рассмотренных методов.

- Формат сжатия Wavelet.

Это динамический метод сжатия. Широко используется в цифровых системах видеонаблюдения. Позволяет получить качественное изображение при больших коэффициентах сжатия.

- Форматы сжатия аудио- и видеoinформации семейства MPEG.

Эти методы сжатия являются динамическими. Используют высокую избыточность входной информации - устраняется временная и пространственная избыточность.

Вообще говоря, невозможно составить универсальное сравнительное описание всех известных алгоритмов. Это можно сделать только для типовых классов приложений при условии использования типовых алгоритмов на типовых платформах. Однако такие данные быстро устаревают. В каждом случае общие результаты работы алгоритма сжатия зависят и от метода моделирования и от метода кодирования. Используя один и тот же метод кодирования, можно совершенно по-разному строить модель сжимаемых данных. При этом результат сжатия будет отличаться для различных методов моделирования.

В работе определены базовые признаки для систематизации методов сжатия информации, главным из которых следует считать возможность полного восстановления входной информации. В результате с помощью сформулированных признаков были систематизированы современные методы сжатия информации и определены алгоритмы, способные наиболее эффективно сжимать различные типы данных. Кроме того, были выбраны критерии для сравнения конкретных технических реализаций алгоритмов сжатия. Анализ характеристик программных средств, основанных на этих критериях, а также выявление их отличительных особенностей при использовании для сжатия определенных типов данных делают возможным практическое применение результатов, полученных авторами.

Научно-техническое направление, к которому относится данная научная работа, постоянно развивается, поэтому решение задачи систематизации методов и алгоритмов сжатия информации, с учетом новейших, крайне актуально. На практике это позволит пользователям программного обеспечения находить достойные замены устаревшим менее эффективным алгоритмам. Применение полученных в работе результатов при выборе конкретных алгоритмов сжатия для разных типов данных поможет более разумно использовать дисковое пространство в компьютерных или измерительных системах, а также уменьшать загруженность сетей и время передачи по ним информации, а, следовательно, снизить вероятность потери или искажения важных данных. Таким образом, разработка и внедрение новых алгоритмов сжатия, а также правильное использование существующих позволит значительно сократить издержки на аппаратное обеспечение вычислительных систем.

Литература

1. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.
2. Рябко Б.Я. Сжатие данных с помощью "мнимого скользящего окна" // Пробл. передачи информ. 1996. Т. 32. №2. С. 22-31].

3. Семенюк В. В. Алгоритм экономного кодирования изображений на основе вейвлет-преобразования с применением методов контекстно-зависимого вероятностного моделирования // Диагностика и функциональный контроль качества оптических материалов / Под. ред. д.т.н., проф. Ю. А. Гатчина и д.т.н., проф. В. Л. Ткалич. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2004. – С. 99–107.
4. Истомин В.В. Классификация современных методов сжатия информации // «VIII Королевские чтения»/ Всерос. молодежн. научн. конф. с международн. участием. – Самара, 2005. – С. 224.
5. Bell T., Witten I.H., Cleary J.G. Modeling For Text Compression. ACM Computing Surveys, vol.21, No.4, Dec. 1989. pp.557-591.
6. Nelson M. The data compression book. Henry Holt & Co Inc, 1991.
7. Terry A. Welch. A Technique for High-Performance Data Compression, Computer, 17, № 6, 1984. pp. 8-19.
8. Hirschberg D., Lelewer D. Data compression, Computing Surveys. 19.3. 1987. pp.261-297.
9. Ziv J., Lempel A., "Compression of individual sequences via Variable-Rate Coding", IEEE Trans. Information Theory, vol. IT-24 No. 5. Sept. 1978. pp. 5306.
10. Fiala E.R. and Greene D.H. Data compression with finite windows. Commun. ACM. 32.4. Apr. 1989. pp.490-505.
11. De la Cruz et al. A high performance block compression algorithm for small systems. Software and hardware implementations, DCC495, Utah, USA. 1995.
12. Teahan W.J., Cleary J.G. The entropy of English using PPM-based models, Proceeding DDC'96, IEEE Society Press. 1996. pp.53-62.
13. Cleary J.G., Teahan W.J., Witten I.H. Unbounded length contexts for PPM, In J.A. Storer and M. Colin, editors, Proceedings DDC'95. IEEE Computer Society Press, 1995.
14. Teahan W.J. and Cleary J.G. Adaptive models of English text. Tech. Report, Dept. of Computer Science, University of Waikato, 1998.
15. Cormack G.V., Horspool R.N. Data compression using dynamic Markov modeling. Comput. J. 30,6 Dec. 1987, pp.541-550.
16. Burrows M., Wheeler D.J., A Block-sorting Lossless Data Compression Algorithm, Digital Systems Research Center Research Report 124, May 1994.
17. Fenwick P. Block Sorting Text Compression, Proceedings of the 19th Australasian Computer Science Conference, Melbourne, Australia, Jan 31 - Feb2, 1996.
18. Nelson M. Data Compression with the Burrows-Wheeler Transform. Dr. Dobb's Journal, September, 1996.
19. Howard P.O., Vitter J.S. Design and Analysis of Fast Text Compression Based on Quasi-Arithmetic Coding, 1993 DCC, Snowbird, Utah, Mar-1993. pp.98-107.

