

Более того, для реализации алгоритма «A star» на таком графе не обязательно заранее задавать структуру графа в явном виде. Достаточно рассматривать только те пары {идентификатор перекрестка; направление движения до этого перекрестка}, которые будут посещены в ходе работы данного алгоритма. Таким образом, количество вершин в полученном графе для реальной дорожной сети будет существенно меньше, чем $2 \cdot M$. Поэтому количество ребер, которые будут рассмотрены в ходе работы алгоритма, так же будет намного меньше приведенной ранее оценки.

Очевидно, что для реализации данного алгоритма необходим способ определения типа маневра (движение прямо, поворот налево или поворот направо) для каждого возможного направления движения. Для этого достаточно учесть координаты трех перекрестков: текущего перекрестка C_1 , предыдущего перекрестка C_2 , и перекрестка C_3 , в направлении которого выполняется дальнейшее движение. Рассмотрим два вектора (C_2, C_1) и (C_1, C_3) , анализируя их взаимное расположение можно определить тип маневра. В случае, когда перекресток имеет 4 инцидентных ему участка дороги, среди всех возможных направлений дальнейшего движения можно выбрать то, в котором векторное произведение данных векторов является наименьшим, такое движение можно считать поворотом налево. Аналогично, если выбрать направление, для которого векторное произведение имеет наибольшее значение, то такой маневр является поворотом направо. Оставшееся направление соответствует движению прямо. В случае если перекрестку инцидентно 3 участка дороги, требуется определить направление, для которого угол отклонения первого вектора от второго наименьший. Такое направление соответствует движению прямо. Оставшийся тип маневра определяется в зависимости от векторного произведения вектора для движения прямо и вектора этого направления. Можно предположить, что если оба угла отклонения больше некоторого порогового

значения, то ни один из маневров не является движением прямо.

Оценка вычислительной сложности алгоритма

Вычислительная сложность алгоритма «A star» совпадает с вычислительной сложностью алгоритма Дейкстры, оценка которой $O(E \cdot \log E)$, где E – количество ребер в графе. Такая асимптотическая оценка достигается при использовании в реализации бинарной кучи (очереди с приоритетами). Как уже было замечено, количество ребер в новом графе равняется $P_a \cdot M$, что в P_a раз больше чем в исходном графе. Учитывая, что количество ребер умножается на некоторую константу P_a , итоговая асимптотическая оценка не изменяется. Следовательно, для дорожной сети предложенная модификация алгоритма «A star» так же имеет вычислительную сложность $O(M \cdot \log M)$, как и аналогичный алгоритм без модификации.

Заключение

В результате проделанной работы была предложена модификация алгоритма «A star» для дорожных сетей, позволяющая учитывать направление движения на перекрестке. Было установлено, что данная модификация обладает той же вычислительной сложностью, что и оригинальный алгоритм.

Литература

1. Кристофидес Никос. Теория графов: алгоритмический подход – 2-е изд., испр. – М.: Мир, 1978. – 430 с.
2. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ / Т.Кормен – М.: Издательский дом «Вильямс», 2011. – 1293 с.
3. Delling, D. and Sanders, P. and Schultes, D. and Wagner, D. "Engineering route planning algorithms". Algorithmics of large and complex networks – «Springer», 2009. – 376 p.

АЛГОРИТМ СЖАТИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Саринова А.Ж., Замятин А.В.*

Инновационный Евразийский университет
140003, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 45

*Томского политехнического университета
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30

E-mail: assiya_prog@mail.ru

Введение

Современные центры космического мониторинга и системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют оперативно принимать, обрабатывать, архивировать и распространять объемы данных, составляющие порой десятки и сотни гигабайт [1, 2]. При этом одной из ключевых является задача сжатия данных ДЗЗ с целью

повышения эффективности передачи данных по каналам связи ограниченной пропускной способности и их архивирования в подсистемах хранения данных ДЗЗ ограниченной емкости. Наибольшую ценность представляет сжатие без потерь, не допускающее искажений статистических яркостных характеристик восстановленных данных.

Наиболее доступное для практического использования решение задачи сжатия предполагает использование универсальных и широко известных алгоритмов и средств сжатия, например, в архиваторах WinRar, WinZip или компрессоре Lossless JPEG на основе стандарта сжатия изображений JPEG. Так, выделяют мультиспектральные и гиперспектральные аэрокосмические изображения (АИ), имеющие существенно различные параметры спектрального разрешения и характеризующиеся наличием зависимости (корреляции) между данными различных диапазонов [3]. Это свидетельствует о высокой избыточности данных и целесообразности использования данного свойства при сжатии [4].

Кроме того, зная величину корреляции (междиапазонной зависимости) между каналами гиперспектральных АИ целесообразно оперировать значениями отклонений (разницы) между ней и фактическими исходными значениями, что позволит уменьшить диапазон изменения данных, а, следовательно, потребует меньшее число разрядов для их хранения.

Все распространенные коммерческие системы обработки данных ДЗЗ наделены средствами сжатия с потерями на основе известных стандартов.

Сегодня для сжатия гиперспектральных АИ без потерь исследователи в России и за рубежом делают попытки применения самых различных подходов и методов. Однако, при этом часто остаются неясными некоторые детали реализации оригинальных алгоритмов сжатия. Обсуждаются отдельные этапы преобразования данных при сжатии АИ, возможности снижения энергозатрат и алгоритмической сложности, делаются различные попытки адаптации стандартов для сжатия гиперспектральных АИ. Все это способствует дальнейшему поиску подходов к сжатию гиперспектральных АИ без потерь, в значительной степени свободных от недостатков существующих универсальных и специализированных средств сжатия.

В связи с вышеизложенным, учитывая особенности гиперспектральных АИ и некоторые детали существующих аналогов [5], наиболее целесообразным решением задачи сжатия гиперспектральных АИ представляется путем многоэтапных преобразований, позволяющих использовать преимущества универсальных традиционных подходов к сжатию данных, и, при этом, учесть существенную специфику таких данных. Алгоритм, реализующий именно такой подход, а также результаты его исследований предлагается обсудить в данной работе.

Описание алгоритма

Алгоритм сжатия гиперспектральных АИ, учитывающих их специфику предлагается реализовать в несколько этапов:

1. Учет функциональной зависимости значений яркости между различными каналами изображений путем подсчета корреляции и формиро-

вания массивов отклонений (разностей) исходных данных от значений найденной функциональной зависимости.

2. Формирование вспомогательной структуры данных на основе исходного гиперспектрального АИ, хранящей уникальные парные группы значений элементов в байтовом представлении, а также адресные ссылки на эти уникальные парные группы.

3. Сжатие полученных после преобразования данных стандартным энтропийным алгоритмом путем обработки сформированных вспомогательных структур данных.

Пошаговая детализация второго этапа алгоритма преобразований имеет следующий вид (рис. 1):



Рис. 1. Процедура формирования вспомогательной структуры данных

Экспериментальные исследования

Для определения эффективности предлагаемого алгоритма с точки зрения степени сжатия, а также пределов его применимости проведен ряд экспериментов с использованием гиперспектральных АИ системы ДЗЗ AVIRIS (табл.) в формате растровой геоинформационной системы Idrisi Kilimanjaro. Также выполнено сравнение предложенного алгоритма с результатами экспериментов, полученных для универсальных алгоритмов сжатия архиваторов WinRar, WinZip и компрессора Lossless JPEG, использующего расширение стандарта сжатия JPEG, широко применяемого в коммерческих системах обработки данных ДЗЗ.

На рисунке 2 представлены некоторые результаты сравнительных экспериментов, демонстрирующие превосходство предлагаемого алгоритма над аналогами в степени сжатия $D_{сж}$ при варьируемых геометрических размерах гиперспектральных АИ. При увеличении геометрического размера сцен все исследуемые алгоритмы показывают устойчивый результат, который практически не изменяется.

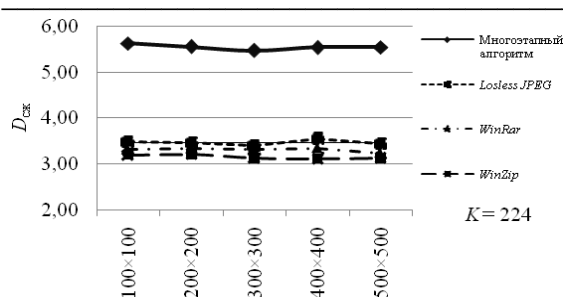


Рис. 2. Сравнительная эффективность алгоритмов при различном геометрическом размере сцены

Также проведены исследования зависимости степени сжатия $D_{сж}$ от количества каналов АИ K (рис. 3). Они показали, что степень сжатия $D_{сж}$ увеличивается пропорционально увеличению количества каналов K , так как избыточность данных гиперспектральных АИ с их увеличением повышается.

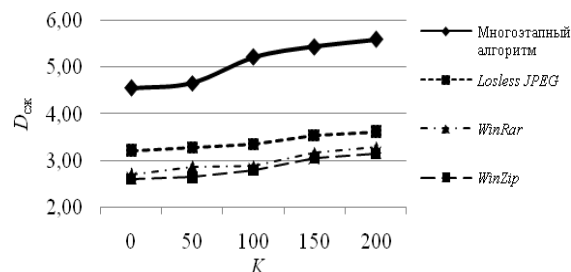


Рис. 3. Зависимость степени сжатия $D_{сж}$ алгоритмов от количества каналов K

Выводы

1. Разработан многоэтапный алгоритм сжатия гиперспектральных АИ, включающий учет междиапазонной корреляции и предварительную байтовую обработку данных, позволяющие существенно (до 46 %) увеличить степень сжатия данных по сравнению с аналогами.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЯЗЫКОВ АРХИТЕКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ARCHIMATE И SYSML

Станкевич Ф.В.

Научный руководитель: Мирошниченко Е.А.
Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: f.stankevich@mail.ru

В системной инженерии одним из ключевых принципов является обязательное выполнение архитектурного проектирования. Основная часть работ при архитектурном проектировании сводится к архитектурному моделированию. На сегодняшний день существует ряд языков, позволяющих осуществлять архитектурное моделирование систем, такие как UML, SysML, ArchiMate, AADL, Modelica и другие. UML предназначен для моделирования программных систем, SysML, основанный на UML, предназначен для общесистемного

2. Анализ результатов экспериментов показал, что этап предварительной байтовой обработки с формированием вспомогательных структур данных позволяет увеличить результат наиболее значительно – до 45 %. Этап учета междиапазонной корреляции менее значим, однако позволяет снизить диапазон варьируемых значений для оперирования меньшей разрядностью, позволяя увеличить степень сжатия до значительных 26 %.

Работа выполнялась при поддержке РФФИ (грант № 11-07-00027а) и Госзадания «Наука» (№ 8.8113.2013).

Литература

1. Бондур В.Г. Современные подходы к обработке гиперспектральных аэрокосмических изображений // Тезисы доклада НИИ аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС». – Москва, 2013. – 4 с.
2. Liang Y., Jianping L. and Ke G. Lossless compression of hyperspectral images using hybrid context prediction. – 2012. – Vol.20. – №7. – P.199–206.
3. Cheng-chen L. and Yin-tsung H. Lossless Compression of Hyperspectral Images Using Adaptive Prediction and Backward Search Schemes // Journal of Information Science and Engineering. – 2011. – №27. – P. 419–435.
4. Замятин А.В., То Динь Чьонг. Сжатие многозональных аэрокосмических изображений с использованием вейвлет-преобразования и учетом междиапазонной зависимости // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т.313. – № 5. – С.20–24.
5. Геоинформационные системы [http://www.gissystem.ru/index/lizardtech/0-73]. – Режим доступа: свободный.

моделирования, ArchiMate – для моделирования архитектуры предприятия, AADL, Modelica – для моделирования технических систем. В данной работе произведен сравнительный анализ двух популярных языков архитектурного моделирования систем – ArchiMate и SysML.

ArchiMate является открытым и независимый языком, который позволяет описывать, анализировать и визуализировать архитектуру предприятия и взаимосвязи между производственными областями [1]. ArchiMate – один из открытых стандартов, поддерживаемых