

Рис. 5. Сравнение оценок уровня знаний системы Moodle и эксперта

Как видно из графиков сравнительного анализа оценок тестового контроля знаний студентов, качество оценки в разработанной системе EduPRO/Owl, в отличие от Moodle, в значительной степени приближается к выводам эксперта. Это, в свою очередь, свидетельствует о достаточной эффективности разработанной системы адаптивного тестового контроля знаний на основе нейронной сети.

В целом, экспериментальное исследование тестового контроля знаний в группах студентов, обучающихся в системе дистанционного обучения EduPro/Owl, подтвердило улучшение экспертной оценки, в среднем примерно на 20%, относительно результатов обучения студентов в системе Moodle.

Заключение. Усовершенствованная система адаптивного тестового контроля знаний на основе нейронных сетей предоставляет возможность повысить примерно на 20% эффективность определения уровня знаний студентов. Это подтверждено результатами экспериментального исследования тестового контроля знаний в группах студентов, обучающихся в разработанной системе дистанционного обучения EduPro/Owl и системе Moodle.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Linacre, J.M. Computer-Adaptive Testing: A Methodology Whose Time Has Come / C. Sunhee, K. Unson, J. Eunhwa // MESA Memorandum – No. 69 – 2000.

2. Thompson, N.A. Framework for the Development of Computerized Adaptive Tests / J. David, A. Weiss. // Practical assessment, research & evaluation. – Volume 16 – Number 1 – 2011.

3. Sands, W.A. Computerized adaptive testing. From inquiry to operation / B.K. Waters, J.R. McBride // Washington: American Psychological Association – 1997 – P. 47–57.

4. Gibbons, R.D. Using computerized adaptive testing to reduce the burden of mental health assessment / D.J. Weiss, D.J. Kupfer, E. Frank, A. Fagiolini, V.J. Grochocinski, D.K. Bhaumik, A. Stover, R.D. Bock, J.C. Immekus // Psychiatric Services – Vol. 59 – 2008 – P. 361–368.

5. Wise, S.G. Practical issues in developing and maintaining a computerized adaptive testing program / G.G. Kingsbury // Psicologia – Vol. 21 – Num. 1 – 2000 – P. 135–155.

6. Parshall, C.G. Practical considerations in computer-based testing / J.A. Spray, J.C. Kalohn, T. Davey // New York: Springer – 2001.

7. Hermundstad, A.M. Learning, Memory, and the Role of Neural Network Architecture / S. Brown Kevin, S. Bassett Danielle, M. Carlson Jean // Computational biology – 2011.

8. Федорук, П.И. Использование системы EduPRO для организации процесса адаптивного обучения / С.Н. Масловский // УСиМ. – Киев. – 2009. – № 4. – С. 84–93.

9. Федорук, П.И. Анализ временных характеристик ответов в адаптивной системе тестового контроля знаний «EduPRO/Owl» / С.Н. Масловский // Современные информационные технологии в дистанционном образовании: сборник тезисов докладов I Всеукраинского научно-практического семинара СИТвДО-2012. – 2012. – С. 43–48.

10. Albarakati, N. Fast neural network algorithm for solving classification tasks // Virginia Commonwealth University – Richmond – Virginia – 2012.

11. Golovko, V. Neural network approaches for intrusion detection and recognition / L. Vaitsekhovich // International Journal of Computing. – 2006 – Vol. 5 – Issue 3 – P. 118–125.

12. Головки, В.А. Нейроинтеллект: теория и применение. – Книга 1: Организация и обучение нейронных сетей с прямыми и обратными связями. – Брест: БПИ, 1999.

13. Lord, F.M. Application of Item Response Theory to Practical Testing Problems / Hillsdale N - J. Lawrence Erlbaum Ass. // Publ – 1980 – 266 p.

14. Hambleton, R.K. Item Response Theory: Principles and Applications / H. Swaminathan. – Boston, 1985 – 327 p.

Материал поступил в редакцию 08.01.16

MASLOVSKY S.N. Adaptive system of testing of knowledge of students on the basis of the neural network

We consider the use of a neural network to build a system of decision-making in the translation between the levels of difficulty of the test tasks in the adaptive computerized system test control of knowledge based on individual time test complexity of the task. It is shown that by using the generated neural network can recognize the situation on the basis of the previous statistics, in accordance with the individual characteristics of the student and take decisions on transfers between the levels of difficulty of the test tasks, which in turn greatly increases the level of adaptation and allows a more accurate estimate the actual level of knowledge.

УДК 519.725;007.001.362;528.85/.87(15)

Перцев Д.Ю.

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ СЖАТИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Введение. Дистанционное зондирование Земли – способ получения информации об объекте без непосредственного физического контакта с ним.

На борту летательного аппарата (например, спутника либо самолета) устанавливается специализированная съемочная аппаратура (спектрометр), задачей которого является фиксация излучения с поверхности, бортовая система осуществляет преобразование полученных данных и передает их в центр управления. При этом в зависимости от типа спектрометра рабочий диапазон длин волн, фиксируемый аппаратурой, может составлять от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны).

В зависимости от того, является ли фиксируемый диапазон длин волн непрерывным, различают мультиспектральные (диапазон прерывается, при этом их может быть несколько) и гиперспектральные спектрометры (диапазон может быть коротким, но при этом непрерывен).

Мультиспектральные системы считаются хорошо изученными и представлены широким спектром съемочной аппаратуры. В зависимости от решаемой задачи определяются необходимые спектральные диапазоны (например, видимый и часть инфракрасного) и подбирается соответствующий спектрометр. Основным достоинством данного подхода

Перцев Д.Ю., ассистент кафедры ЭВМ Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Беларусь, 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 6.

является фиксация только тех данных, которые требуются.

При гиперспектральной съемке фиксируется непрерывный диапазон независимо от того, требуется он или нет. Это приводит к тому, что объем данных пропорционально изменяется с увеличением исследуемого диапазона. Например, данные спектрометра AVIRIS[1], которые свободно доступны и используются в исследовательских целях, обладают следующими техническими характеристиками: ширина изображения – 677 пикселей, 224 спектральных канала, 12 бит на канал, что, в общем случае, приводит к 122 Кбайтам данных на одну строку. С учетом того, что съемка осуществляется непрерывно, требуется разработка алгоритма сжатия, который может быть использован в ограниченных условиях летательного аппарата и при этом окажется достаточно эффективным.

Особенности гиперспектральных данных. Проведенный анализ доступных гиперспектральных данных позволяет выделить следующие особенности:

- спектральная корреляция стремится к единице. На рис. 1 приведено изменение спектральной корреляции в зависимости от канала по отношению к каналу 117 (на примере множества данных Yellowstone [2]);
- сильная пространственная корреляция. На рис. 2 приведено изменение пространственной корреляции на примере множества данных Yellowstone. При этом исследования [3] показывают, что спектральная корреляция заведомо более сильная;
- несмотря на сильную спектральную корреляцию, возможно наличие каналов, корреляция с которыми стремится к нулю [3]. Как правило, это связано с погодными условиями (например, часть дальнего инфракрасного излучения поглощается парами воды и углекислым газом, соответственно, если спектрометр охватывает данный диапазон длин волн, могут фиксироваться «впадины»).

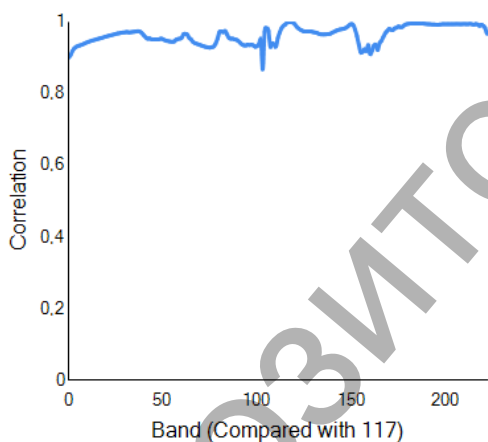


Рис. 1. Спектральная корреляция

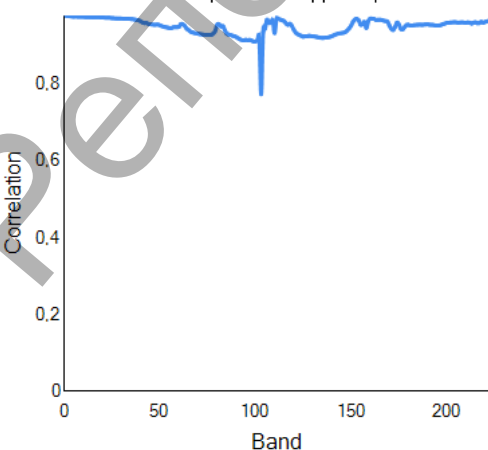


Рис. 2. Пространственная корреляция

Для определения спектральной (1) и пространственной (2) корреляции использовались следующие формулы:

$$C_{u,v} = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \tilde{x}_{i,j,u} \cdot \tilde{x}_{i,j,v}}{\sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \tilde{x}_{i,j,u}^2 \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \tilde{x}_{i,j,v}^2}}, \quad (1)$$

$$C_k = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \tilde{x}_{i,j,k} \cdot \tilde{x}_{i+1,j+1,k}}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \tilde{x}_{i,j,k}^2}, \quad (2)$$

где $\tilde{x}_{i,j,k} = x_{i,j,k} - \bar{x}_k$, $x_{i,j,k}$ – значение пикселя с координатами (i, j) в пространственной плоскости канала k , \bar{x}_k – математическое ожидание в канале k , M и N – ширина и высота канала в пространственной области.

Модель системы сжатия гиперспектральных данных. С учетом выявленных особенностей гиперспектральных данных была разработана модель алгоритма сжатия, представленная на рис. 3.

На вход модели передаются данные с m спектральных каналов. При этом число m зависит от имеющихся вычислительных ресурсов. При условии, что объем памяти достаточен и вычислительные ресурсы позволяют, а общее число спектральных каналов велико, рекомендуется обрабатывать по m , равное 20-25 каналов. Достоинством такого подхода является возможность обрабатывать каждое из множеств каналов одновременно, таким образом, уменьшая суммарное время обработки. В то же время, ограничивать число m малым значением не рекомендуется, т.к. в результате будет увеличиваться число опорных кадров (в качестве опорного предлагается использовать первый канал из множества m).

В качестве этапа предварительной обработки может использоваться вейвлет-разложение. Данный подход позволяет понизить избыточность данных в пространственной области и добавляет возможность управления процессом сжатия (адаптация модели для сжатия с потерями).

Для понижения степени спектральной корреляции может использоваться один из следующих подходов:

- использование алгоритмов предсказания, работающих в спектральной области;
- вычитание соседних каналов.

Изучение алгоритмов предсказания не выявили каких-либо преимуществ по сравнению с вычитанием соседних каналов. При этом аппаратная реализация второго подхода существенно проще. В качестве алгоритмов предсказания использовались простейшие методы:

- область для предсказания – 2×2 пикселя;
- алгоритмы предсказания – среднее арифметическое и медианный предсказатель.

Задачей 3D-реструктуризации битовых плоскостей является выявление закономерностей и формирование новой, более качественной последовательности, пригодной для арифметического сжатия. В основе данного подхода – применение алгоритмов контекстного моделирования. Несмотря на то, что алгоритмы контекстного моделирования широко используются при сжатии, алгоритмы, работающие в 3D-области, не выявлены, что существенно усложняет исследования.

Финальным этапом предлагаемой модели является арифметическое кодирование, которое представляет собой метод, позволяющий упаковывать символы входного алфавита без потерь при условии, что известно распределение частот этих символов. С учетом применения 3D-реструктуризации битовых плоскостей должна использоваться битовая версия арифметического кодера.

Тестирование модели сжатия гиперспектральных данных. Представленная на рис. 3 модель системы сжатия гиперспектральных данных на текущий момент является исследуемой. Результаты

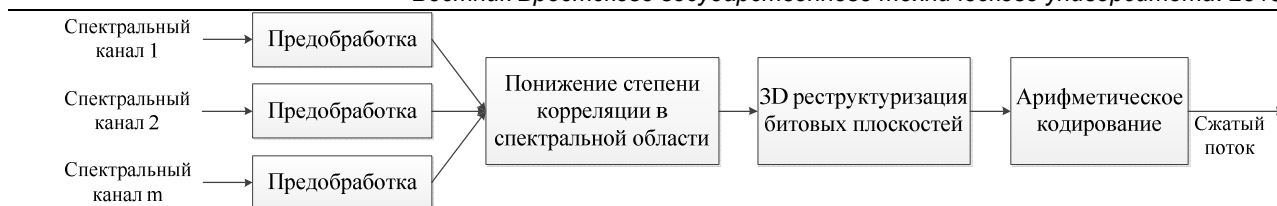


Рис. 3. Модель системы сжатия

экспериментов, полученные при тестировании, представлены в таблице 1 (обозначено как «Арифметический кодек»). Дополнительно приведено сравнение результатов с другими распространенными кодеками (7-Zip, G-Zip, BZip2, LZMA) для оценки эффективности предлагаемой модели.

В качестве тестового набора использовались кадры Maine из набора AVIRIS со следующими параметрами:

- пространственное разрешение – 680x512 пикселей;
- число спектральных слоев – 224;
- радиометрическое разрешение – 12 бит;
- суммарный объем – 114 240 килобайт.

Таблица 1. Результаты тестов

Алгоритм сжатия	Maine AVIRIS
Арифметический кодек (вейвлет-разложение)	3,04
Арифметический кодек (медианный предсказатель)	3,00
Кодек 7-Zip	2,95
Кодек GZip	2,85
Кодек BZip2	2,82
Кодек LZMA	2,95

На исследуемую модель накладывались следующие ограничения:

- вейвлет-разложение – оптимизированная версия Хаара без потерь;

- 3D-реструктуризация битовых плоскостей на данном этапе не применяется, т.к. это требует дополнительных исследований.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности предлагаемой модели системы сжатия в сравнении с альтернативными алгоритмами сжатия без потерь. Предлагаемая последовательность операций является математически простой и не требует существенных вычислительных ресурсов, что позволяет применить алгоритмы на борту летательного аппарата.

В дальнейшем предполагается:

- исследование различных версий вейвлет-преобразований;
- расширение тестового набора (предполагается включить тесты AVIRIS, LANDSAT, SPOT-4);
- разработка 3D-версии контекстного моделирования и переход на битовую версию арифметического кодирования.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Airborne Visible / Infrared Imaging Spectrometer [Электронный ресурс] / AVIRIS. – Режим доступа: <http://aviris.jpl.nasa.gov/>. – Дата доступа: 20.11.2015.
2. Yellowstone calibrated scene 11 [Электронный ресурс] / AVIRIS. – Режим доступа: http://compression.jpl.nasa.gov/hyperspectral/imagedata/aviris_sc11.cal.zip. – Дата доступа: 20.11.2015.
3. Christophe, E. Hyperspectral Data Compression Tradeoff / E. Christophe // Optical Remote Sensing. – 2011. – Springer Berlin Heidelberg. – P. 9–29.

Материал поступил в редакцию 25.11.15

DOUDKIN A.A., PERTSEV D.Y. Hyperspectral data compression model for remote sensing

Hyperspectral data characteristics are described in the paper. Based on it the model of hyperspectral data compression system is introduced. In developing the model, the main criterion is the possibility of its application in the conditions of limited computing resources on-board systems at the aircraft. The evaluation of the compression system efficiency is introduced based on the AVIRIS sample set (Maine test set).

УДК 658.589

Саченко О.А.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ МОДЕРНИЗАЦИИ НА ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИИ

Введение. Для решения задач эффективного функционирования распределительных электросетей типового энергетического предприятия в Украине целый ряд элементов электросетей нуждаются в модернизации, в частности, воздушных линий напряжением 10 кВ и 0,4 кВ (15,8%), а также трансформаторных подстанций напряжением 10 / 0,4 кВ (35,7%). Предварительный технико-экономический анализ состояния объектов распределительных электрических сетей показывает, что модернизация элементов электросетей требует капитальных инвестиций с целью уменьшения технологических расходов электроэнергии и продолжительности перерывов в электроснабжении потребителей. Применение качественного планирования для реализации процесса инвестирования не всегда дает необходимый эффект из-за сложностей, связанных с недостаточностью времени или средств [1]. Поэтому в данном слу-

чае целесообразно применить специальную организационную форму – портфель проектов [2]. В целом управление портфелем инновационных проектов модернизации оборудования электросетей представляет собой недостаточно исследованную совокупность многоаспектных процессов, зависящих от выбора стратегии, применяемых методов и моделей [15]. Автором ниже приведены результаты разработки методов и использования инструментальных средств для управления портфелем инновационных проектов модернизации оборудования на электроэнергетическом предприятии и принятия соответствующих решений.

В частности, предложена модель выбора критериев оценки инновационных проектов для электроэнергетического предприятия путем обоснованного разделения критериев оценки энергоэффективности на пять основных групп и применения комбинации двух

Саченко Олег Анатольевич, преподаватель кафедры информационно-вычислительных систем и управления Тернопольского национального экономического университета.

Украина, 46009, г. Тернополь, Тернопольская область, ул. Львовская, 11.