

УДК 004.932

Е.В. Малахов, канд. техн. наук, доц.,  
П.А. Становский, магистр,  
Одес. нац. политехн. ун-т

## КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОИСКА ВИДЕОПОТОКОВ В ХРАНИЛИЩАХ ДАННЫХ

*Е.В. Малахов, П.О. Становский.* **Кодування інформації для пошуку відеопотоків у сховищах даних.** При збереженні інформації про предметну область складність її пошуку зростає разом з необхідним для цього обсягом інформації, яка передається. Якщо для ідентифікації елемента збереження використовується відеопотік, обсяг такої інформації надзвичайно великий. Запропоновано метод кодування відеоінформації для пошукових систем, в основі яких обмін відеофрагментами між пошуковою програмою та розподіленими сховищами даних.

*Е.В. Малахов, П.А. Становский.* **Кодирование информации для поиска видеопотоков в хранилищах данных.** При хранении информации о предметной области сложность ее поиска возрастает с необходимым для этого объемом передаваемой информации. Если для идентификации элемента хранения используется видеопоток, объем такой информации чрезвычайно велик. Предложен метод кодирования видеоинформации для поисковых систем, в основе которых обмен видеофрагментами между поисковой программой и распределенными хранилищами данных.

*E.V. Malakchov, P.A. Stanovsky.* **The information coding for the videostreams founding in the data storehouses.** While storing the information about a subject domain the complexity of its search increases with volume of the transferred information necessary for it. If for identification of an element of storage the videostream is used, the volume of such information is extremely great. The method of coding of a video information for search systems, based on the exchange of video fragments between the search program and the distributed storehouses of data is offered.

Известный способ предварительной селективной обработки информации для создания метамоделей предметных областей позволяет существенно повысить эффективность формирования и использования хранилищ данных [1]. Немаловажную роль при такой обработке информации играет обеспечение представления последней в виде, удобном для последующего использования.

Крупные поисковые системы, например, информационная поисковая Интернет-система “Яндекс”, имеют базу данных размером в десятки миллионов текстовых документов и ежедневно обрабатывают миллионы пользовательских запросов, причем с каждым месяцем эти цифры существенно увеличиваются [2]. В этих жестких условиях главная задача поисковых систем — сохранение приемлемых скорости и полноты выполнения запросов. Так при поиске не очень часто запрашиваемого “слова” время отклика системы без учета времени передачи данных по каналу от поисковой системы к пользовательскому компьютеру должно исчисляться десятками долями секунды.

Основным подходом к решению этой задачи на информационном уровне является постоянное совершенствование поисковых алгоритмов и архитектуры поиска. Если реализацию этого подхода на уровне распределения нагрузки между фронтальными веб-серверами выполняют Cisco-сетевые устройства балансировки нагрузки [2], то на уровне поисковой системы используют приемы распараллеливания документов, входящих в ПО [3]. Затем осуществляется выбор серверов, где могут находиться запрашиваемые данные, распределение запроса по ним и, наконец, исполнение и ранжирование запроса.

На этой стадии происходит сравнение запроса с элементами хранения и формирование списка найденных элементов для передачи пользователю. Известно также, что найденными признаются не только точно совпадающие “слова”, но и их приближения либо фрагменты. При этом временная сложность сравнения зависит от длины “слова”.

Передача видеоинформации осуществляется как отдельными неподвижными изображениями, так и видеопотоками — быстро сменяющимися кадрами, воспринимаемыми как подвижное изображение. При организации поиска по “слову”, представляющему собой попиксельное представление изображения, а тем более, по фрагменту видеопотока, временная сложность поиска по сравнению с поиском по фрагменту текста возрастает на порядки. Проблема может быть частично снята, если изображения или видеофрагменты хранить в сжатом виде. В этом случае решающим может оказаться степень сжатия — если она достаточно велика, продолжительность поиска изображений (видеопотоков) может быть существенно снижена и сравнима с продолжительностью поиска текстовых материалов.

Поэтому уменьшение объема файлов, содержащих информацию о видеопотоке, является основной проблемой их хранения и передачи [4], а главными характеристиками сжатия становятся его степень, продолжительность кодирования-декодирования и качество получаемого изображения. Не существует методов, в которых эти параметры были бы одновременно идеальными, поэтому пользователю приходится жертвовать одной, а то и двумя характеристиками ради спасения самой возможности быстро закодировать и передать хоть какое-нибудь приемлемое изображение.

При хранении информации в базах данных Интернет может понадобиться поиск не по ключевым словам или фрагментам текста, а по фрагментам изображений или даже видеопотоков.

Предлагается схема хранения и извлечения видеопотоков по запросам в виде их фрагментов, которая содержит две подсистемы кодирования: I — кодирование видеопотоков в запросы перед поиском файлов и II — кодирование видеопотоков перед помещением последних в базу данных (рис. 1).

Фрагмент видеопотока, представляющий собой “слово”, сформулированное клиентом, кодируется в блоке I и превращается в запрос, по которому осуществляется поиск. Запрос поступает в блок сравнения, где осуществляется отбор хранящихся в базах данных сети Интернет видеопотоков, предварительно накапливающихся там после кодирования в блоке II. Отобранные видеопотоки подвергаются декодированию и возвращаются клиенту.

Наилучшие результаты по степени сжатия достигаются при применении фрактальных методов кодирования, заменяющих попиксельную передачу информации об изображении на передачу сведений о некоторых параметрах простых функций, восстанавливающих исходное изображение большими фрагментами из произвольного, например, серого поля [6].

При кодировании видеопотоков перед хранением в базах данных Интернет этот метод наиболее удобен, т.к. его основной недостаток — существенная временная сложность — в этом случае не порождает проблему: время на такое кодирование практически всегда не критично. Кодирование запросов больше страдает от недостатка, но и оно, с учетом небольшой продолжительности видеофрагмента-запроса, не создает пользователю значительных неудобств.

Фрактальные методы сжатия видеоинформации не позволяют также применять многие известные приемы дополнительного и весьма существенного сжатия потока изображений, успешно апробированного попиксельными методами, например, стандарта MPEG, в котором широко используется передача разницы между текущим кадром и одним из предыдущих — опорным [7]. При разностном кодировании видеопоток разбивается на отдельные сцены, в пределах которых в кадрах сохраняется значительная доля неизменяемого фона. Первый кадр каждой сцены принимается опорным, у него нет предшественника-аналога, поэтому он кодируется и передается целиком. Последующие, производные, кадры кодируются и передаются в виде попиксельной разницы между соответствующим производным и опорным кадрами данной сцены.

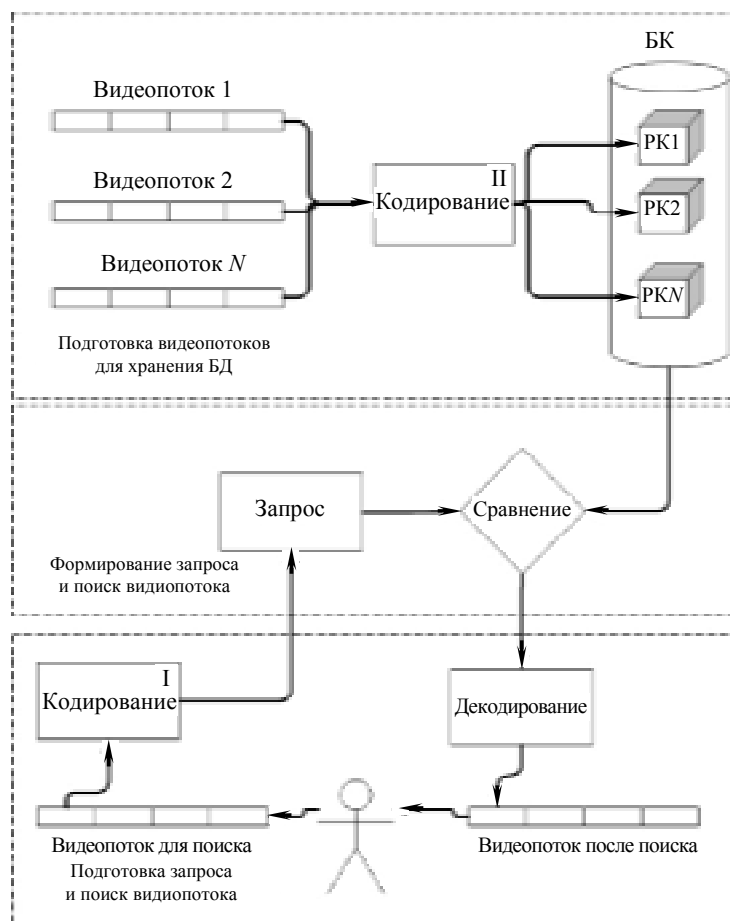


Рис. 1. Схема кодирования, хранения, поиска и извлечения видеопотоков

На опорном кадре некоторого видеопотока, а также разностном кадре, представляющем собой попиксельную разницу между первым после опорного и опорным кадрами (рис. 2, а, б, соответственно), виден лишь незначительный участок (птица, летящая на фоне здания, — показано стрелкой), где значения яркости пикселей отличаются от основного черного (нулевого) фона.

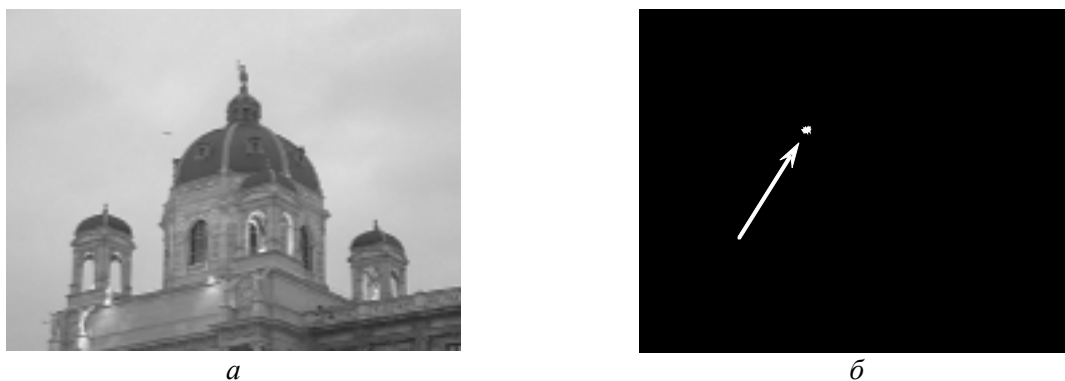


Рис. 2. Пример подготовленных к фрактальному кодированию опорного (а) и первого разностного кадра (б)

Опорный кадр после кодирования методом [6] превращается в некоторое закодированное отображение в виде битовой последовательности, содержащее информацию о координатах ран-

говых блоков и коэффициентах итерированных функций, необходимых для восстановления изображения при декодировании. Разностный кадр можно закодировать также, но разность между двумя кадрами видеоизображения, у которого площадь неподвижного “фона” весьма велика, чаще всего представляет собой лишь малый участок, на котором практически невозможно подобрать необходимые для реализации фрактального метода доменные блоки.

Для устранения этого недостатка предлагается метод, состоящий в том, что доменные блоки для фрактального кодирования разностного кадра подбираются на другом, известном и у передатчика, и у приемника едином эталонном изображении, заведомо содержащем черный участок, а фрактальное кодирование и декодирование при этом осуществляется для разностного и эталонного изображений одновременно как для двух полукадров единого целого кадра.

Для рассматриваемого примера разностный полукадр будет иметь ненулевой ранг (ранги) только в тех местах, где до и после перемещения находилась подвижная часть. Остальная (черная) часть разностного полукадра представляет собой двухмерное пространство пикселей, яркость которых ниже некоторого “нулевого” порога. В отличие от фона разностного полукадра черный участок на эталонном изображении *всегда* находится на *одном и том же месте*, поэтому при кодировании *его не нужно искать*, что позволяет сэкономить значительное время при сжатии производных кадров видеопотока.

Таким образом, основные временные расходы затронут только кодирование ненулевых ранговых блоков разностной части с помощью ненулевых доменных блоков эталонной, количество которых, в сравнении с нулевыми ранговыми блоками разностных полукадров и всех ранговых блоков эталонного изображения (закодированных *заранее* один раз для всего видеопотока), несравненно мало, что в итоге дает *выигрыш во времени кодирования в 100...150 раз*.

В предложенной схеме сжатия, хранения, поиска и извлечения видеопотоков, основанной на фрактальном методе кодирования, система нечувствительна к основному недостатку метода — его несимметричности: относительно медленному кодированию по сравнению с декодированием. Для дополнительного и весьма существенного сжатия видеопотока предложен метод фрактального кодирования с помощью дополнительного эталонного кадра, что позволило сохранить преимущества известного метода разбиения видеопотока на опорный и разностные кадры. Результаты работы рекомендуются для использования в поисковых системах распределенных баз данных типа Internet.

## Литература

1. Малахов, Е.В. Представление объектов во множестве предметных областей / Е.В. Малахов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — Харьков, 2006. — Вып. 2/2 (20). — С. 20 — 23.
2. Как устроен Яндекс? [Электронный ресурс] <http://www.prime-seo.com/articles/engines-08.htm>. —
3. Востров, Г.Н. Проблемы описания структуры предметных областей / Г.Н. Востров, Е.В. Малахов, В.Н. Кулешов // Тр. Одес. политехн. ун-та. — Одесса, 2000. — Вып. 2 (11). — С. 111 — 114.
4. Малахов, Е.В. Манипулирование метамоделями предметных областей / Е.В. Малахов / Восточно-европейский журнал передовых технологий. — Харьков, 2007. — Вып. 5/3(29). — С. 6 — 10.
5. Шабаршин, А.А. Фрактальное сжатие и восстановление видеoinформации в реальном масштабе времени / А.А. Шабаршин // Научные школы УПИ-УГТУ. — 2004. — № 3. — С. 56 — 59.
6. Kominek, J. Algorithm for fast fractal image compression / J. Kominek // Proceedings from IS&T/SPIE 1995 Symposium on Electronic Imaging: Science & Technology. — 1995. — Vol. 2419. Digital Video Compression: Algorithms and Technologies. — P. 296 — 305.
7. Худ, Ф. Программные декодеры MPEG / Ф. Худ // Компьютеры + Программы. — 1996. — № 3(27). — С. 45 — 47.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. политехн. ун-та Крисилев В.А.

Поступила в редакцию 31 октября 2008 г.

