



3. Определить векторы главных компонент случайных процессов, реализациями которых являются блоки изображений;

4. Вычислить евклидовы расстояния между векторами главных компонент изображений;

5. Определить изображения с наименьшими расстояниями.

В качестве примера рассмотрим сопоставление стандартных тестовых изображений, показанных на рис. 1, с их зашумленными версиями (шум имеет нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием и средне-квадратическим отклонением, равным 10). Расстояния между ними приведены в таблице 1. По таблице видно, что, несмотря на действие шума, алгоритм дает наименьшие расстояния при правильных соответствиях.



а)



б)



в)



г)

Рис. 1



Таблица 1. Расстояния между изображениями

Зашумленные изображения	Тестовые изображения			
	Рис. 1а	Рис. 1б	Рис. 1в	Рис.1г
Рис. 1а	215,9	5300,3	5510,2	5026,9
Рис. 1б	5501,1	15,3	225,1	248,3
Рис. 1в	5734,9	218,8	9,2	482,2
Рис. 1г	5317,6	198,9	408,8	64,9

Литература

1. Шапиро, Л. Компьютерное зрение: пер. с англ. / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
2. Малла, С. Вэйвлеты в обработке сигналов: Пер. с англ. / С. Малла. – М.: Мир, 2005. – 671 с.
3. Шлеймович, М.П. Вычисление признаков изображений на основе вейвлет-преобразования / М.П. Шлеймович, С.А. Ляшева, А.П. Кирпичников // Вестник технологического университета. 2015. Т.18, №18. С.223-228.

А.М. Шуваева, Т.И. Москвичева, А.В. Яковлев

ХРАНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ КАРТ МЕСТНОСТИ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО МЕТОДА ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ ЭВМ

(Тамбовский государственный технический университет)

Современные геоинформационные системы (ГИС) используются в различных областях деятельности человека, имеют различные функциональные возможности и различный охват территорий. При этом каждая геоинформационная система содержит ряд необходимых для работы компонентов. ГИС включает техническое обеспечение, программное обеспечение и пространственные данные [1,2].

ГИС можно использовать для поиска объекта по его характеристикам, поиска справочной информации об объекте, отображения навигационной информации, поиска наилучшего маршрута, а также для отображения цифровой карты местности.

Рассмотрим современные способы представления цифровых карт местности. ЦКМ могут быть маршрутизируемыми и не маршрутизируемыми, могут содержать справочную информацию об объектах на отображаемой местности. Большинство ЦКМ состоят, как правило, из нескольких слоев. Первый – растровый слой, второй – векторный слой, третий – семантические данные.

Перейдем к рассмотрению особенностей хранения цифровых карт местности с высокой степенью детализации. При работе с информационными системами, использующими цифровые карты местности возможны случаи, когда на карте важны некоторые участки местности, а остальная часть карты не представляет особой значимости. При этом для отображения важных участков



карты с высокой степенью детализации приходится хранить и всю карту с максимальной детализацией.

Векторный слой цифровой карты местности очень просто отредактировать, не используя избыточной информации, в отличие от растрового слоя. В соответствии с существующими методами хранения и отображения ЦКМ пиксели на растровой карте должны отображать равные по форме и площади участки местности. В связи с этим от избыточной информации избавиться нельзя. Файл растровой карты представляет собой следующее: в начале файла указано разрешение, затем записан каждый пиксел карты с максимальной детализацией. Для отображения определенной части карты, при обращении к ней, указываются координаты левого верхнего угла, степень детализации и площадь участка. Если отображение требует меньшей степени детализации карты, то применяется агрегативные и дивизимные методы сжатия изображения. Агрегативные методы последовательно объединяют отдельные объекты в группы, а дивизимные методы производят декомпозицию групп на отдельные объекты [3].

Но эти алгоритмы сжатия трудоемки, и их сложно использовать для больших совокупностей. Применение сжатия изображения существенно уменьшает скорость обращения к ЦКМ и такой метод не оправдывает себя, в особенности на участках карты, которые не требуют высокой степени детализации.

Рассмотрим процесс отображения ЦКМ более подробно.

Пользователь делает запрос на отображение цифровой карты местности. Сигнал поступает в подсистему представления цифровых карт местности, которая устанавливает размер отображаемого участка карты, исходя из запроса пользователя и разрешения технического средства вывода, и передает запрос в подсистему хранения ЦКМ. Подсистема хранения ЦКМ на первом шаге отправляет в подсистему представления растровый слой цифровой карты местности. На втором шаге подсистема хранения делает запрос к базе данных на поиск объектов, принадлежащих данному участку карты, после ответа базы данных подсистема хранения отправляет в подсистему представления векторный слой ЦКМ. На третьем шаге подсистема хранения делает запрос к базе данных на поиск информации об объектах и, после ответа базы данных, отправляет в подсистему представления семантический слой ЦКМ.

Наиболее значимую роль в отображении ЦКМ играет подсистема хранения. Способ загрузки растрового слоя ЦКМ зависит от выбранного масштаба карты. Карта может загружаться в максимальном масштабе без каких-либо изменений, а может загружаться в меньшем масштабе, для чего изображение необходимо сжимать.

Рассмотрим адаптивный метод хранения цифровой карты местности. Пусть имеется две карты в формате *jpg* задающие растровую цифровую карту местности в высокой (разрешение $N*M$) и низкой (разрешение $n*m$) степенях детализации. Будем рассматривать данные карты как двумерные массивы размера $N*M$ и $n*m$ соответственно, каждый элемент $Pix<rgb, h>$ которых



соответствует пикселю и задаёт его цвет *rgb* и высоту над уровнем моря *h*, $h \in R$, $rgb \in \{(x, y, z) \mid x, y, z \in N, x, y, z < 256\}$.

Преобразуем две исходные карты в одномерный массив $MPix$. Каждый элемент $Pix<rgb, h, d>$ массива $MPix$ будет соответствовать пикселу ЦКМ и задавать цвет *rgb*, высоту над уровнем *h* моря и степень детализации *d* отображаемого этим пикселом участка местности, где $d \in \{min, max\}$, $h \in R$, $rgb \in \{(x, y, z) \mid x, y, z \in N, x, y, z < 256\}$ Запишем каждый пиксел в порядке отображения участков на цифровой карте местности. Для конкретного участка местности первым записываем пиксел из первой карты (с минимальной детализацией). Если данный участок местности необходимо отображать с максимальной степенью детализации, то после первого пиксела записываем еще g^2 пикселов из второй карты (с максимальной степенью детализации), где g^2 – это коэффициент, обозначающий, во сколько раз максимальная детализация укрупняет участок местности на цифровой карте в отличие от минимальной детализации. Таким образом, получаем массив с неравномерным распределением данных.

Для наглядности приводится упрощенная модель растрового слоя цифровой карты местности. Квадрат соответствует одному пикселу карты. На рис. 1 изображена модель ЦКМ с минимальной детализацией, темные участки – это участки местности, которые должны иметь максимальную детализацию при отображении карты (рис.2).

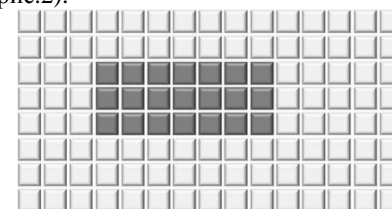


Рис. 1. Упрощенная модель растрового слоя цифровой карты местности (минимальная детализация)

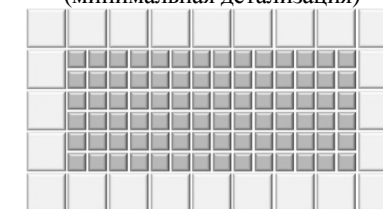


Рис. 2. Упрощенная модель растрового слоя цифровой карты местности (максимальная детализация)

Как уже было сказано, цифровая карта местности представляется в виде информационного массива. Один элемент массива – пиксел карты – содержит в себе информацию о координатах участка местности, высоте над уровнем моря, цвете и степени детализации. Наибольший интерес представляет последний



параметр. Если показать только степень детализации, информационный массив $MPix$ будет выглядеть, как показано на рис. 3.

min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min
min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min
min	min	min	min	max	max	max	max	min	max	max	max	max	min	max	max
max	max	min	max	max	max	max	min	max	max	max	max	min	max	max	max
max	min	max	max	max	max	min	max	max	max	max	min	max	max	max	max
min	max	max	max	max	min	max	max	max	max	min	max	max	max	max

рис. 3. Информационный массив $MPix$, содержащий растровый слой цифровой карты местности

Очевидно, что отображение цифровой карты местности в таком формате невозможно с помощью существующих алгоритмов. Ни один из алгоритмов доступа к информационным массивам не учитывает неравномерность размещения данных в нем.

Для обращения к данным массива $MPix$ воспользуемся линейным сплайном.

Сплайн— функция, область определения которой разбита на конечное число отрезков, на каждом из которых сплайн совпадает с некоторым алгебраическим многочленом. Максимальная степень из использованных полиномов называется степенью сплайна. Разность между степенью сплайна и получившейся гладкостью называется дефектом сплайна. Например, непрерывная ломаная есть сплайн степени 1 и дефекта 1. В современном понимании сплайны – это решения многоточечных краевых задач сеточными методами [4].

Линейным сплайном называют сплайн, определенный алгебраическим многочленом первой степени.

Для построения сплайна введем понятие характеристической точки. Характеристической точкой назовём индекс элемента с минимальной степенью детализации массива $MPix$, за которым следует элемент с максимальной степенью детализации. Обозначим характеристические точки ch_1, ch_2, \dots, ch_k (рис. 4).

Введем уравнение сплайна, определяющего отображение ЦКМ:

$$S(z) = a_i z + b_i, \quad (1)$$

где $z \in [ch_{i-1}, ch_i], i \in [1, k], a_i, b_i$ – коэффициенты, задающие участок линейного сплайна, которому принадлежит элемент информационного массива, z – индексы информационного массива $MPix$.



ch_1

min	min	min	min	min	min
min	min	min	min	max	max
max	max	min	max	max	max
max	min	max	max	max	max
min	max	max	max	max	min

Рис 4. Характеристические точки

При отображении цифровой карты местности в подсистему хранения передаются координаты x, y отображаемого участка для нахождения пиксела, отображающего этот участок. Зададим функцию поиска индекса соответствующего пиксела в информационном массиве $MPix$:

$$f(x, y) = \lfloor a_i(x * M + y) + b_i \rfloor, \quad (2)$$

где $(x * M + y) \in [ch_{i-1}, ch_i]$.

Выражая через уравнение сплайна, получаем функцию поиска индекса соответствующего пиксела в $MPix$:

$$f(x, y) = \lfloor S(x * M + y) \rfloor. \quad (3)$$

Таким образом, при отображении цифровой карты местности будет применяться алгоритм адаптивного доступа к информационному массиву.

Формальное описание адаптивного метода хранения и отображения цифровой карты местности, учитывающего неравномерность распределения данных, позволит обеспечить синтез соответствующих модели и процедуры хранения.

Литература

1. Браун, Л. А. История географических карт /Л.А. Браун – М.: ЗАО Центрполиграф, 2006 – 479 с.
2. Демерс, Н.М. Географические информационные системы. Основы /Н.М. Демерс – М.: Дата+, 1999 – 491 с.
3. Виер С.Х. Обработка картографических данных/ С.Х. Виер – М.: Картоцентр-Геоиздат, 2000 – 205 с.
4. Алберг, Дж Теория сплайнов и ее приложения / Дж. Алберг, Э. Нильсон, Дж. Уолш – Москва: Книга по требованию, 2012 – 319 с.