

МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ В ПО «ЦФС-ТАЛКА»

А.И. Алчинов (ИПУ РАН)

В 1972 г. окончил Ленинградское военно-топографическое училище, в 1982 г. — геодезический факультет Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева. В настоящее время — заведующий 22-й лабораторией Института проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, президент Группы компаний «Талка». Доктор технических наук, профессор. Заслуженный работник геодезии и картографии РФ.

В.Б. Кекелидзе (НПФ «Талка-ТДВ»)

В 1997 г. окончил Московский колледж геодезии и картографии по специальности «аэрофотогеодезист», в 2000 г. — горный факультет Московского открытого университета по специальности «горный инженер-маркшейдер». С 2000 г. по настоящее время — младший научный сотрудник 22-й лаборатории ИПУ РАН. С 2002 г. — заместитель генерального директора НПФ «Талка-ТДВ».

С.А. Труханов («Талка-ГИС»)

В 1998 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «математик». В настоящее время — заместитель генерального директора ООО «Талка-ГИС».

В.В. Костин («Талка-ГИС»)

В 1998 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «математик». В настоящее время — старший научный сотрудник Института проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова, руководитель отдела программирования ООО «Талка-ГИС». Кандидат физико-математических наук.

В настоящее время электронные карты настолько тесно вошли в нашу жизнь, что составляют серьезную конкуренцию картам на бумажном носителе, поскольку предоставляют более широкие возможности при работе с ними.

При этом, программно-аппаратные комплексы должны обрабатывать большие объемы геоинформационных данных для их последующего отображения на экране монитора практически в режиме реального времени. В ПО «ЦФС-Талка» при отображении карт одновременно могут быть открыты несколько десятков карт, содержащих миллионы объектов и достигающих объема в сотни мегабайт. Отрисовка этих карт на экране монитора происхо-

дит мгновенно. Ниже приводятся методы, позволяющие ускорить процесс вывода векторных электронных карт на экран монитора.

▼ Древовидные структуры данных

Для ускорения пространственного поиска объектов в ПО «ЦФС-Талка» используются квадратичные древовидные структуры данных. Эти структуры в общем виде представляют собой набор вложенных прямоугольников, организованных иерархически. При выполнении запроса вида «дать все объекты, которые попадают в прямоугольник», спускаясь вниз по «дереву», достаточно быстро находят те узлы, которые перекрываются с этим пря-

моугольником и, соответственно, сильно сужается перечень рассматриваемых объектов.

Алгоритм создания древовидных структур в ПО «ЦФС-Талка» прост. Габаритный прямоугольник карты достраивается до квадрата и разбивается на 4 одинаковых подквадрата. Они, в свою очередь, также делятся на 4 части и т. д. Высота такого «дерева» квадратов фиксирована. К каждому узлу приписывается ссылка на объект, если его габаритная рамка целиком помещается в квадрат узла и в то же время не помещается уже ни в один из подквадратов. На рис. 1 видно, что на первом уровне содержатся точечные и «маленькие» линейные и площадные объекты, на втором — «средние» объек-

ты, а на третьем — «большие» объекты.

Недостатком такого подхода является потенциальная возможность несбалансированности «дерева», когда множество объектов попадает в один узел «дерева». Это встречается крайне редко, но, тем не менее, может привести к сильному замедлению поиска объектов по заданному прямоугольнику.

А бесспорным преимуществом метода является его алгоритмическая простота.

Древоподобная структура используется не только для быстрого поиска объектов, но и для их оптимального хранения. Объекты, отнесенные к одному узлу, хранятся на диске рядом, что обеспечивает эффективный доступ к ним.

▼ **Представление объектов в зависимости от масштаба**

Как правило, объекты на карте разделяются на слои по способам отображения и классифицируются по физической природе, например: гидрография, распадающаяся на реки, озера, моря и т. д.; растительность; строения и т. д. Каждый слой (и каждый его подслой при древоподобной иерархии слоев) может быть отключен из показа пользователем. Это позволяет видеть на экране только часть объектов карты.

Слой может иметь диапазон масштабов, в которых он отображается. Для ускорения вывода на экран и улучшения восприятия карты часто один физический объект представляется несколькими объектами карты, лежащими в разных слоях, например, река в мелких масштабах представляется линией, а в крупных — областью. При этом в каждом конкретном масштабе отображаются только те слои, которые содержат объект с нужной степенью детализации. Более мелкие подробности карты — мелкие объекты:

части, стороны объектов — просто исключаются из показа (также как и грубые представления объектов). Соответственно, и стили оформления линий и областей в этом масштабе могут быть более простыми и быстрыми в рисовке.

Кроме вышеупомянутого «ручного» разделения изображения объектов, в зависимости от масштаба, оно может вычисляться программой автоматически, т. е. объект хранится в карте в виде нескольких «представлений».

В ПО «ЦФС-Талка» каждый большой (по числу вершин) линейный и площадной объект хранит собственную «огрубленную» копию, содержащую значительно меньше вершин, которая используется при показе в мелком масштабе. Кроме того, программа может (неявно для пользователя) «разрезать» большие объекты на маленькие части, которые тоже имеют «огрубленные» копии. Таким образом, при рисовке в мелком масштабе мы практически никогда не имеем дело с рисовкой объектов с большим числом вершин.

В ПО «ЦФС-Талка» имеется возможность прореживания объектов. Для каждого масштаба программа заранее вычисляет, какие объекты закрываются другими или располагаются настолько плотно, что создают слишком пеструю неинформативную картинку, и использует эту информацию при рисовке. Например, при отображении карты с сотнями тысяч пикетов будет нарисовано лишь их небольшое количество (помимо скорости рисовки такая картинка и более содержательна). На рис. 2 приведен пример с включенной и отключенной функцией прореживания знаков.

Ускоряет рисовку в программе и прореживание линий, ког-

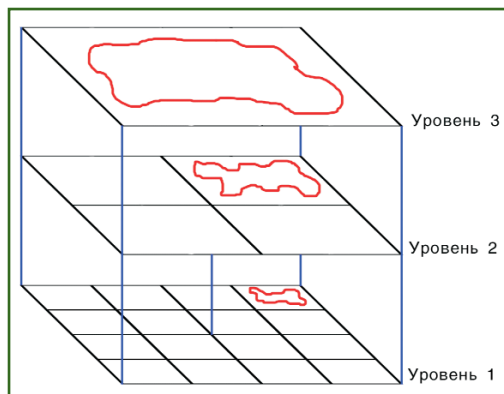


Рис. 1
Алгоритм создания древоподобных структур

да несколько линий имеют общие части, идущие по одному месту (типичный случай — два земельных участка разделяет забор), рисуется только одна из линий. Вообще, при качественном прореживании при уменьшении масштаба плотность объектов (и пестрота картинки) не должна сильно увеличиваться.

Кроме того, если объект при рисовке настолько маленький, что помещается в один пик-

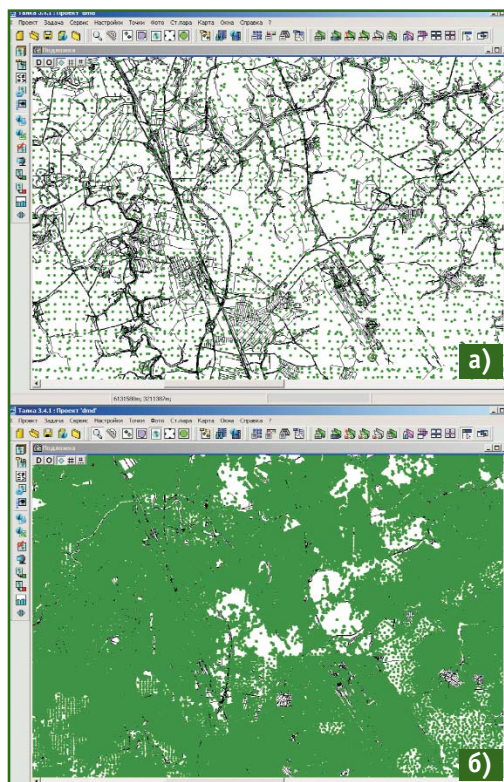


Рис. 2
Прореживание знаков:
а) включено; б) отключено

сель, имеет смысл его вообще не рисовать.

▼ Клипирование

Клипирование, или иначе, отсечение объектов — процесс, при котором объект «обрезается» окном наблюдения. На рис. 3 приведен пример области до и после клипирования. Как видно из рис. 3, после клипирования объекта, у него может значительно уменьшиться количество вершин (рис. 3б), что существенно ускоряет его рисовку в случае сложных оформлений линий и заливок областей. Особенно ощущается эффект от клипирования при приближении к объекту, когда весь объект находится за экраном (рис. 3в). Без применения этого механизма рисовка может идти непоправимо долго.

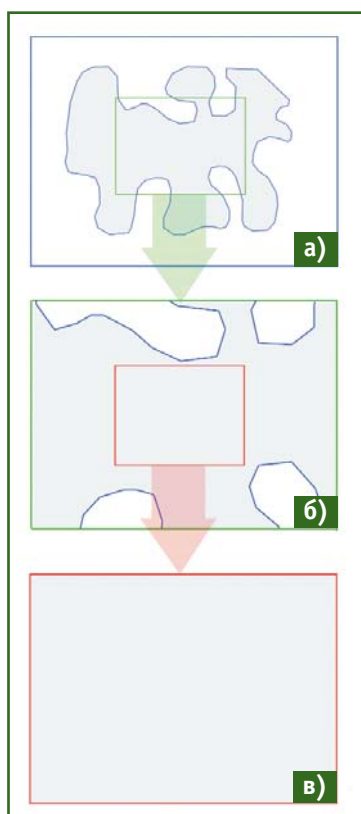


Рис. 3

Клипирование: а) объект полностью попадает на экран; б) объект частично обрезается; в) граница объекта полностью находится за экраном

▼ Растрезация

Сущность данного метода состоит в том, что большие объемы картографической и растровой информации совмещаются вместе и используются при показе в относительно мелких масштабах. При растрезации в ПО «ЦФС-Талка» применяется формат растра TIFF JPEG, который позволяет при небольшой потере информации получать многократное сжатие объема растровых изображений. Кроме сжатия, в этом формате предусмотрены пирамида изображений и плиточная структура, которые обеспечивают высокую скорость показа. Каждый уровень пирамиды изображений по объему данных меньше предыдущего в 16 раз. Таким образом, хранение пирамиды изображений увеличивает объем хранимых данных не более, чем на одну восьмую часть. Плиточная структура файла позволяет минимизировать объем читаемых данных для отображения на экране.

Если требуется отображать карту в очень мелком масштабе, то в качестве ее генерализации используется заранее рассчитанное растровое изображение этой же карты в экономичном формате TIFF JPEG. Таким образом, показ карты издали не требует вообще никакого обращения к данным карты, никакого пробега по объектам, применения сложных и ресурсоемких запросов. Считывание любого, достаточно мелкомасштабного фрагмента карты происходит практически мгновенно и требует копирования с диска или из БД небольшого фрагмента уже готового растра с нужного этажа пирамиды изображений. Нетрудно видеть, что объем такого фрагмента всегда будет эквивалентен размеру экрана. Переход к векторным данным ак-

туальной карты осуществляется только тогда, когда возможности производного растрового изображения исчерпаны, т. е., когда мы дошли до нижнего уровня растра, и количество пикселей экрана начинает заметно превосходить количество пикселей растра. В этом случае необходимо переключить алгоритм показа на данные векторной карты. Подбором максимального разрешения растрового изображения на местности можно добиться того, что в момент переключения фрагмент карты, идущий на экран, будет содержать в среднем только небольшое число объектов, явная рисовка которых не займет много времени и ресурсов.

К недостаткам этого метода следует отнести необходимость пересоздания растра при изменении исходной векторной карты и невозможность отключения/включения в показ отдельных слоев карты. Однако этот недостаток компенсируется высокой скоростью отображения карты на экране монитора.

В заключение следует отметить, что приведенные методы ускорения процесса отображения карт на экране монитора не претендуют на полноту и всеохватность. Существуют другие методы и подходы, реализованные в крупных многопользовательских ГИС-приложениях. В данной статье изложены только методы, которые используются в ПО «ЦФС-Талка».

RESUME

The present electronic systems processing geoinformation deal with mass data. Consequently the problem of this data displaying in real time is becoming more and more complicated. The article gives several methods used in the TsFS-Talka software package, which provide for speeding up the process of displaying vector electronic maps.