

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ КАРТ МЕСТНОСТИ БАЗАМИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЛОВАРНОГО МЕТОДА

С.И. Рогожина, к.т.н. А.С. Турковский  
(представил д.т.н., проф. Е.И. Бобыр)

Приведен метод представления изображений карт местности базами данных с использованием словарей данных.

Важнейшей задачей, связанной с отображением некоторой обстановки на участке местности, является задача представления данных в удобном для хранения и последующего использования виде.

Решение данной задачи предполагает:

- одновременную или последовательную визуализацию изображений карт местности (КМ) и карт обстановки;
- многократное совмещение изображений КМ и карт обстановки с целью визуализации созданного обобщенного изображения;
- независимые пространственные преобразования изображений КМ и карт обстановки;
- выделение изображений объектов КМ и карт обстановки, формирование "прозрачных" изображений КМ и карт обстановки.

Отображение географической информации по каждой из точек местности неэффективно, поскольку приводит к большим затратам времени и памяти ЭВМ. Уменьшение таких издержек возможно при использовании базы данных (БД) для КМ и карт отображения обстановки, содержащих сведения об объектах изображения [1].

Пусть графическая информация, подлежащая хранению в БД, разбивается на растры - прямоугольные области, соизмеримые с размером экрана монитора ЭВМ, имеющие размерность  $(m * n)$  точек растра, которые образуют матрицу и обрабатываются как отдельные документы с опознавательными именами.

Под объектом изображения будем понимать элемент изображения, представляющий собой некоторый законченный зрительный образ. Например, лесной массив, болото, река, дорога.

За базовую форму объекта изображения принимается форма объекта изображения, предусмотренная базовым масштабом изображения КМ. На основе базовой формы формируются изображения КМ более мелких масштабов.

Каждому базовому объекту изображения ставится в соответствие множество его реализаций - потомков, соответствующих фиксированным более мелким масштабам КМ. Например, город на КМ крупного масштаба представляется множеством элементов, образующих кварталы. С уменьшением масштаба он преобразуется в круг, окружность и на некотором этапе может вообще вырождаться. Поэтому каждый потомок объекта относится к некоторому  $k$  - му диапазону масштабирования и визуализации, удовлетворяющему условию

$$M_i \leq k \leq M_{i+1},$$

где  $M_i$  - верхняя граница диапазона масштабирования  $k$  - й реализации объекта;

$M_{i+1}$  - нижняя граница диапазона масштабирования  $k$  -й реализации объекта;

$i = \overline{1, n}$  - количество диапазонов масштабирования.

Пусть  $R$  - множество элементов предметной области. В данном случае, под ним понимается множество составляющих отдельных объектов изображения, например, совокупность линий разного цвета, определяющих шоссе на КМ, или сами объекты как минимальные единицы зрительных образов, например, буквы.

Тогда любой  $j$  - й элемент объекта изображения может быть представлен множеством реализаций

$$E_j = \left\{ r_j^k \mid k = \overline{1, n} \right\}, \quad (1)$$

где  $r_j^1$  - реализация, соответствующая базовому масштабу;

$r_j^k$  - реализация, соответствующая  $k$  - му масштабу изображения;

$k = \overline{1, n}$  - количество диапазонов масштабирования изображения  $j$  - го элемента объекта.

Под типом объекта изображения будем понимать совокупность характерных качественных признаков (например, цвет, структура и др.) объекта изображения.

К объектам простого типа будем относить объекты, представленные одним цветом и имеющие однородную структуру. Например, грунтовые дороги (линии черного цвета), заливка лесного массива (многомерный объект зеленого цвета).

Множество простых объектов  $z$  - го типа, соответствующих  $k$  - му масштабу изображения определяется как

$$T\Pi^k = \bigcup_{j \in J} \left\{ \Pi_j^k \mid F(\Pi_j^k) = \Phi_z \right\}, \quad (2)$$

где  $\Phi_z$  - множество признаков  $z$  - го типа;  
 $F(\Pi_j^k)$  - множество признаков некоторого  $j$  - го простого объекта,  
соответствующего  $k$  - му масштабу изображения.  
Данный объект может быть представлен в виде

$$\Pi_j^k = \bigcup_{i \in I_j} E_i^k, \quad (3)$$

где  $E_i^k$  -  $i$  - й элемент  $j$  - го простого объекта  $k$  - го масштаба.

Объектами сложного типа являются объекты изображения, состоящие из объектов простых типов. Они могут быть многоцветными и иметь неоднородную структуру. Например, шоссеные дороги представляются оранжевой линией шириной более одной точки растра и черного контура.

Множество сложных объектов  $p$  - го типа, соответствующих  $k$  - му масштабу изображения может быть представлено

$$Tc^k = \bigcup_{i \in I} \left\{ C_i^k \mid F(C_i^k) = \Phi_p \right\}, \quad (4)$$

где  $\Phi_p$  - множество признаков  $p$  - го типа;  
 $F(C_i^k)$  - множество признаков некоторого  $i$  - го сложного объекта,  $k$  - го масштаба.

Такой объект можно представить в виде

$$C_i^k = \bigcup_{j \in J_i} \Pi_j^k \cup \left\{ C_m \mid C_m \neq C_i^k \right\}. \quad (5)$$

Типы объектов изображения объединяются в классы по существенным качественным признакам типов. В частности, для изображений КМ в качестве классификационных признаков были использованы некоторые признаки базовых категорий информации для создания КМ [1].

Первый класс объектов изображений  $k$  - го масштаба может быть представлен в виде

$$K_1^k = \left\{ A_z \mid (A_z \in T\Pi^k \vee A_z \in Tc^k) \wedge F(A_z) = F(K_1^k) \right\}, \quad (6)$$

где  $A_z$  - некоторый объект  $l$  - го класса;  
 $F(A_z)$  - множество признаков объекта  $A_z$ ;

$F(K_1^k)$  - множество признаков класса  $K_1^k$ ;  $z \in Z_1$ .

Тогда множество элементов, участвующих в визуализации КМ некоторого  $k$  - го масштабного сечения, можно представить как

$$KM^k = \bigcup_{z \in Z} \{A_z | \exists I, A_z \in K_1^k\} . \quad (7)$$

Объекты могут быть отнесены к классам линейных, двумерных, дискретных и символьных объектов [2].

К линейным объектам относятся такие объекты (ЛО) изображения, местоположение которых определяется совокупностью точек, соединенных в линию определенного типа. Например, железная дорога, линия электропередач.

Объекты, показывающие некоторую область КМ, называются двумерными или площадными (ДВО).

Под дискретными (точечными) объектами (ДО) понимаются объекты, местоположение которых задается определенной главной точкой. Множество таких объектов может определять некоторые характеристики других классов. Например, вид железной дороги: трехпутная, двухпутная и др.

Символьный класс объектов (СО) определяет пояснительные подписи на КМ.

Каждому классу ставится в соответствие собственная последовательность операций, вытекающих из процесса масштабирования и связей с другими классами объектов изображения. Например, ЛО могут быть заменены, удалены, сглажены, ДВО - заменены, уменьшены в масштабе, а для ДО и СО устанавливаются связи между объектами и надписями и др.

Данные о содержании КМ и карт обстановки содержатся в БД в виде совокупности словарей данных базовых объектов изображения и их потомков, словарей масштабов, растров и совокупности бинарных битовых плоскостей метрических характеристик (ББПМХ) (рис.1).

Под словарем данных будем понимать табличную структуру, содержащую описания характеристик базовых объектов изображения и их потомков. Совокупность потомков заносится в словари данных либо сразу, либо при последующем масштабировании базового изображения.

Словарь масштабов изображений определяется как структура, содержащая номер кода масштаба, описание масштаба, коэффициент масштабирования изображения.

Данный словарь необходим для правильной выборки объектов, принадлежащих классам ДО и СО. Это связано с тем, что каждый из этих объектов и их потомков подлежит визуализации только в

соответствии с собственным базовым масштабом или как потомок с производным масштабом.

Словари растров содержат информацию об идентификаторах растров, соответствующих частям изображения КМ. Каждому растру ставится в соответствие собственный цифровой, символьный или комбинированный код, такой, например, как номенклатура квадратов КМ, типа N-37-4-B, N-30-35-A-a и т.д.

Словарь цветов включает коды цветов и оттенков, используемых для отображения объектов КМ и карт обстановки с учетом требований пользователей и стандартов.

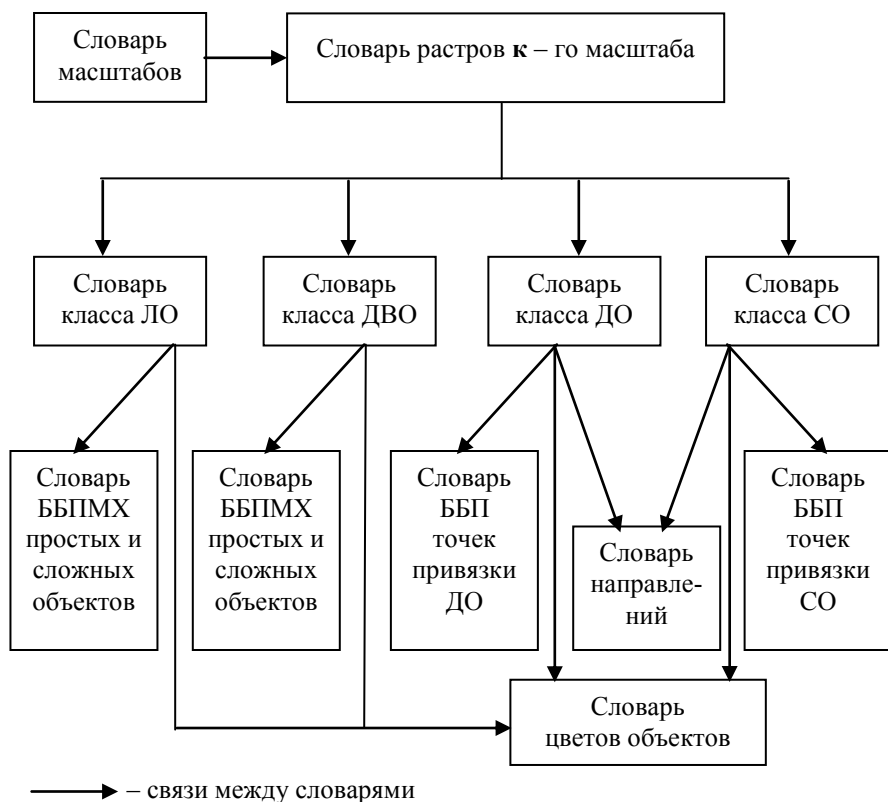


Рис. 1. Составляющие базы данных

Для ДО и СО, имеющих произвольную ориентацию, формируется словарь направлений, составленный с учетом принципов построения цепного кода [2]. Каждое направление кодируется  $n$  битами, например,

тремя: 000,001,...,111. Увеличение разрядности кода ведет к повышению точности изображения.

Под бинарной битовой плоскостью метрических характеристик (ББПМХ) объекта изображения  $A_z$  будем понимать двумерный массив  $M_z(A_z)$ , размерами соответствующий размерам растра изображения. При этом каждый элемент массива определяют наличие объекта изображения в точке растра единицей или нулем. Для ДО и СО элементы массива со значением равным единице определяют местоположение главных точек объектов.

Тогда в терминах ББПМХ простой объект  $k$  - го масштаба изображения будет иметь вид

$$P^k = \{x_{ij} | x_{ij} \in (0, L), i = \overline{1..m}, j = \overline{1..n}\}, \quad (8)$$

где  $L$  - цвет простого объекта  $k$  - го масштаба.

Сложный объект  $k$  - го масштаба определяется на множестве ББПМХ

$$C^k = \bigcup_{I=1}^L \{x_{ij} | x_{ij} \in (0, 1), i = \overline{1..m}, j = \overline{1..n}\}, \quad (9)$$

где  $I = \overline{1..L}$  - совокупность цветов, использующихся при визуализации данного объекта.

Изображение КМ  $k$  - го масштабного сечения может иметь вид

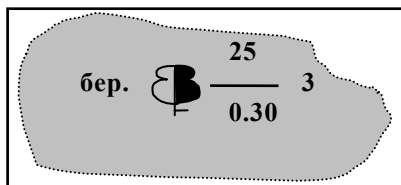
$$I_{KM}^k = \bigcap_{z \in Z} \{M_z(A_z) | \exists I, A_z \in K_I^k\}. \quad (10)$$

Для визуализации некоторого объекта изображения требуется последовательное обращение к словарям масштабов, растров, цветов, а также к ББПМХ ЛО и ДВО простого типа или к совокупности ББПМХ, описывающих сложный объект. При этом, если для заданного масштаба изображение объекта является многоцветным (имеет сложный тип), то осуществится наложение ББПМХ, принадлежащих данному объекту, с обращением к словарю цветов.

Для визуализации ДО и СО производится обращение к словарю соответствующего типа объектов, словарю направлений для выбора необходимой ориентации и ББПМХ для нахождения точек привязки таких объектов.

Во многих случаях для описания сложного объекта изображения требуется последовательное обращение к нескольким классам объектов. Например, сложный объект изображения КМ масштаба 1:25000 "БЕРЕЗОВЫЙ ЛЕС" будет состоять из точечного контура (класс ДО), зеленой заливки (класс ДВО), пояснительного знака в виде березы (снова класс ДО) и пояснительных надписей характеристик древостоя (класс

СО). На рис. 2 представлена одна из записей об объекте “БЕРЕЗОВЫЙ ЛЕС”, где в таблице, определяющей запись, содержатся коды простых объектов и их свойств, а также идентификаторы ББПМХ. Например, **ИП<sub>к</sub>** – идентификатор, указывающий на плоскость метрических характеристик контура объекта, а **КЦ<sub>д</sub>** - код цвета знака листовного дерева по которому из словаря цветов выбирается необходимый цвет.



а) Объект “БЕРЕЗОВЫЙ ЛЕС”

Идентификатор словаря объекта изображения ”БЕРЕЗОВЫЙ ЛЕС”	→	<b>ИС</b>
Код масштаба	→	<b>КМ</b>
Код растра	→	<b>КР</b>
Код цвета заливки объекта ЛЕС (зеленый)	→	<b>КЦ<sub>з</sub></b>
Идентификатор плоскости заливки	→	<b>ИП<sub>з</sub></b>
Код цвета контура КУСТАРНИК (черный)	→	<b>КЦ<sub>к</sub></b>
Идентификатор плоскости контура	→	<b>ИП<sub>к</sub></b>
Код цвета подписи (черный)	→	<b>КЦ<sub>п</sub></b>
Код направления подписи (0°)	→	<b>ИП<sub>п</sub></b>
Код подписи преобладающей породы (бер.)	→	<b>КСО<sub>1</sub></b>
Код данных характеристики древостоя	→	<b>КСО<sub>2</sub></b>
Идентификатор плоскости точек привязки подписи	→	<b>ИП<sub>д</sub></b>
Код цвета знака (лиственное дерево)	→	<b>КЦ<sub>д</sub></b>
Код направления знака (0°)	→	<b>КН<sub>д</sub></b>
Код знака (лиственное дерево)	→	<b>КДО</b>
Идентификатор плоскости привязки знака	→	<b>ИП<sub>д</sub></b>

б) Структура записи об объекте “БЕРЕЗОВЫЙ ЛЕС”

Рис. 2. Запись в словаре объекта “БЕРЕЗОВЫЙ ЛЕС”

В результате процесса формирования БД изображения КМ и карт обстановки, в памяти ЭВМ будем хранить совокупность ББПМХ

$$X = \{x_{ij} | x_{ij} \in (0,1), i = \overline{1..m}, j = \overline{1..n}\},$$

совокупность словарей ДО, СО, масштабов и соответствующих им коэффициентов масштабирования, цветов, направлений поворотов ДО и СО, а также записи об изображении, содержащие ссылки на требуемые словари объектов изображения в установленном порядке.

Такая организация обработки и хранения изображения позволит отображать не полное изображение КМ, а лишь интересующие пользователей отдельные объекты и целые классы объектов.

Очевидно, что предлагаемая структура БД КМ позволит обеспечить возможность автоматизированного выполнения следующих действий при обработке географической информации:

- совместного и раздельного формирования изображений заданных типов и классов в заданном масштабе по требованию пользователя;
- изменения метрических и семантических характеристик объектов в зависимости от изменения масштаба изображения.
- поиска отдельных классов и объектов изображения по идентифицирующим и семантическим признакам.

При наличии в БД не только объектов КМ, но и карт заданных обстановок, эти возможности позволяют обеспечить решение задач их совместного отображения в требуемом масштабе. При этом возможна манипуляция отдельными объектами изображения КМ и элементами обстановки. Это необходимо в процессе анализа, обработки и отображения, например, зон заданного уровня радиационного заражения местности или метеорологических условий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васмут А.С., Бугаевский Л.М., Портнов А.М. Автоматизация и математические методы в картосоставлении. – М.: Недра, 1991. – 391 с.
2. Методы обработки и формирования растровых изображений. – Мн.: Институт технической кибернетики, 1986. – 98 с.

*Поступила в редколлегию 14.08.2000*