

С.В. ЕРЕМЕЕВ

**Алгоритмы расстановки точечных объектов в геоинформационных системах**

Муромский институт  
(филиал) ФГБОУ ВПО  
«Владимирский  
государственный  
университет имени  
Александра  
Григорьевича и Николая  
Григорьевича  
Столетовых», г. Муром

*В статье рассматриваются алгоритмы и формальное описание для размещения точечных объектов на перекрестках дорог, вдоль дороги, а также над дорогой.*

*In article algorithms and the formal description for placing of dot objects at crossroads of roads are considered, are lengthways expensive, and also over road.*

Для графического представления реальных объектов в электронных картах используются базовые графические примитивы [1,4,5]. Примером таких объектов являются, населенные пункты, здания, автозаправки, телефонные столбы, колодцы, светофоры, рекламные конструкции и др. Подобные объекты можно отобразить в виде точек, местоположение которых на карте задается одной парой географических координат  $(x, y)$  [1,3].

Из-за преобладания точечных объектов на электронной карте города и высокой плотности их размещения, возникает проблема оптимального отображения подобных объектов [6,7,8]. Одним из решений является автоматическое размещение точечных объектов согласно введенным критериям, правилам или требованиям [1,2]. Решение данной задачи позволит сократить время расстановки точечных объектов, уменьшить число ошибок, повысить эффективность размещения объектов на карте.

**1 Алгоритм расстановки точечных объектов на перекрестках дорог**

Пусть задан объект типа «Дорога», необходимо определить все объекты того же типа, которые пересекаются с заданным. После

этого, необходимо определить зону охвата каждой дороги, которая будет располагаться от них на требуемое расстояние. Пересечение зон охвата дорог определяют местоположение точечного объекта, например, рекламной конструкции.

Зона охвата (буферная зона) представляет собой контур, состоящий из набора отрезков (рис.1). Набор отрезков буферной зоны заданной дороги последовательно сравнивается с набором отрезков зон охвата каждой из найденных дорог.

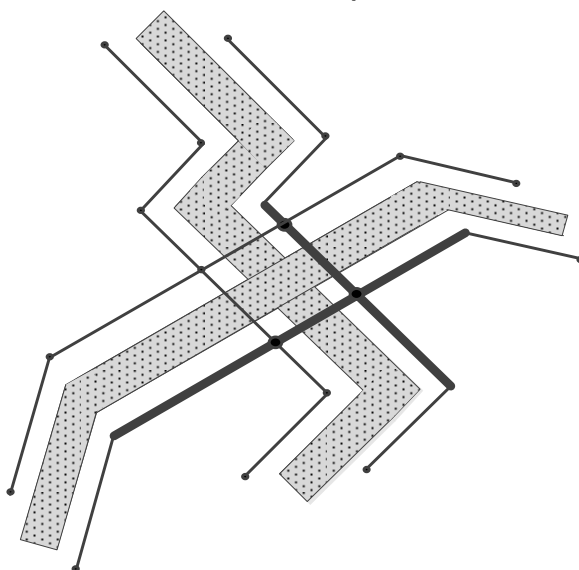


Рис.1. Фрагмент пересечения буферных зон выделенных дорог

На плоскости заданы два отрезка  $a$  и  $b$ ,  $a$  - координатами  $(x_1, y_1)$  и  $(x_2, y_2)$ ,  $b$  - координатами  $(x_3, y_3)$  и  $(x_4, y_4)$ . По алгоритму пересечения отрезков производится поиск точки пересечения  $(x, y)$  (рис. 2).

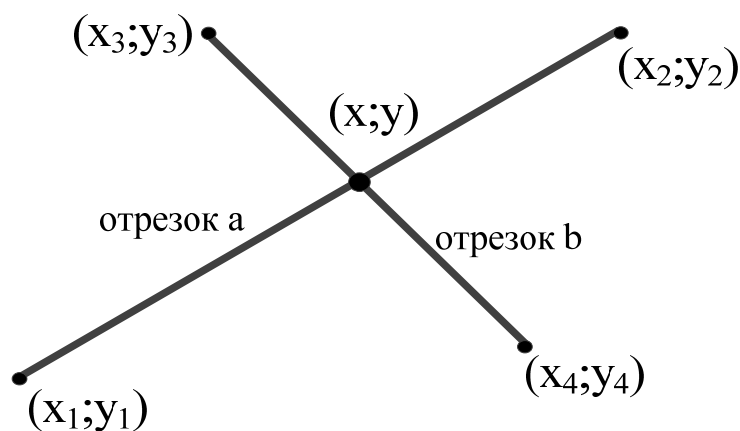


Рис. 2. Пересечение отрезков

Рассмотрим первый отрезок  $a$ .

Уравнение прямой, на которой он лежит, можно записать так:

$$\begin{cases} x = x_1 + t_a(x_2 - x_1); \\ y = y_1 + t_a(y_2 - y_1); \end{cases} \quad (1)$$

Аналогично для отрезка  $b$ :

$$\begin{cases} x = x_3 + t_b(x_4 - x_3); \\ y = y_3 + t_b(y_4 - y_3); \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом, приравнивая соответствующие координаты, получаем задачу нахождения параметров  $t_a$ ,  $t_b$ , при которых бы выполнялись равенства:

$$\begin{cases} x_1 + t_a(x_2 - x_1) = x_3 + t_b(x_4 - x_3); \\ y_1 + t_a(y_2 - y_1) = y_3 + t_b(y_4 - y_3); \end{cases} \quad (3)$$

Выражаем из уравнения (3) параметры  $t_a$  и  $t_b$ , получаем:

$$t_a = \frac{(x_4 - x_3)(y_1 - y_3) - (y_4 - y_3)(x_1 - x_3)}{(y_4 - y_3)(x_2 - x_1) - (x_4 - x_3)(y_2 - y_1)}; \quad (4)$$

$$t_b = \frac{(x_2 - x_1)(y_1 - y_3) - (y_2 - y_1)(x_1 - x_3)}{(y_4 - y_3)(x_2 - x_1) - (x_4 - x_3)(y_2 - y_1)}; \quad (5)$$

Если  $t_a, t_b \in [0; 1]$ , значит, отрезки  $a$  и  $b$  имеют точку пересечения.

Подстановка любого из этих значений в соответствующее уравнение прямой даст координаты точки пересечения  $(x, y)$ . Полученная точка будет являться объектом, который необходимо в последующем утвердить. Аналогичным образом производится поиск последующих точек пересечения буферных зон дорог, в конечном счете получим четыре точки, из которых необходимо выбрать местоположение точечного объекта [1].

## 2 Алгоритм расстановки объектов вдоль дороги

Исходные данные алгоритма следующие:

- заданная дорога, вдоль которой необходимо расставить объекты;
- расстояние от дороги до строящихся объектов;

- расстояние между объектами.

Вокруг заданной дороги необходимо определить буферную зону радиусом равным расстоянию от дороги до строящихся объектов (рис. 3).

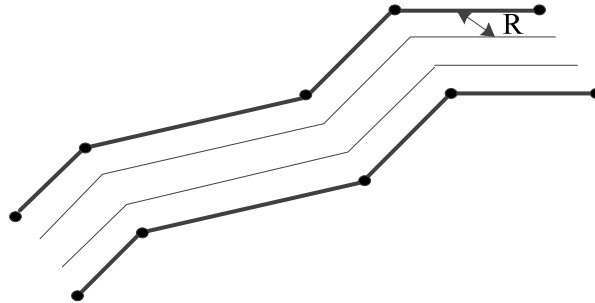


Рис. 3. Фрагмент дороги и ее буферной зона

На каждом отрезке контура буферной зоны определяем точки размещения объектов с использованием метода деления отрезка в отношении.

Данный метод заключается в следующем: в случае, когда известно расстояние от начала отрезка до искомой точки ( $r_1$ ) и определено расстояние от искомой точки до конца отрезка ( $r_2$ ) по формуле 6 можно найти коэффициенты отношения ( $m, k$ ) (рис. 4).

$$r_2 = \sqrt{(x_0 - x_H)^2 + (y_0 - y_H)^2} - r_1 \quad (6)$$

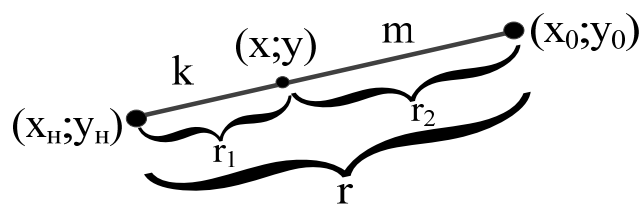


Рис. 4. Отрезок контура буферной зоны

Эти коэффициенты используются для определения приращения координат искомой точки ( $x; y$ ) (формулы 7, 8).

$$\Delta x = |x_2 - x_1| * \frac{m}{m + k} \quad (7)$$

$$\Delta y = |y_2 - y_1| * \frac{m}{m + k} \quad (8)$$

При этом обобщенные формулы для определения координат искомой точки методом деления отрезка в отношении будут иметь вид:

$$\begin{aligned}x &= x_2 + \Delta x, \\y &= y_2 + \Delta y\end{aligned}\tag{9}$$

Последующие объекты находятся аналогичным образом.

В итоге после нанесения объектов на все отрезки контура, буферная зона должна быть удалена [3].

### 3 Алгоритм размещение точечных объектов над дорогой

К исходным данным алгоритма относятся:

1. заданный объект типа «Дорога»;
2. расстояние от дороги до опорных конструкций;
3. расстояние между объектами.

Данный алгоритм рассчитан для размещения объектов [2], например, рекламных конструкций типа «Транспарант-перетяжка», для которых обязательным условием размещения является то, что их расположение должно быть перпендикулярно объектам типа «Дорога».

Пусть  $A_2$  - промежуточная точка, которая будет определяться по методу деления отрезка в отношении, описанному в предыдущем алгоритме. Через найденную точку  $A_2$  проведем перпендикуляры  $B_1$  и  $B_2$  в противоположные стороны на заданное расстояние от дороги до опорной конструкции (рис. 5).

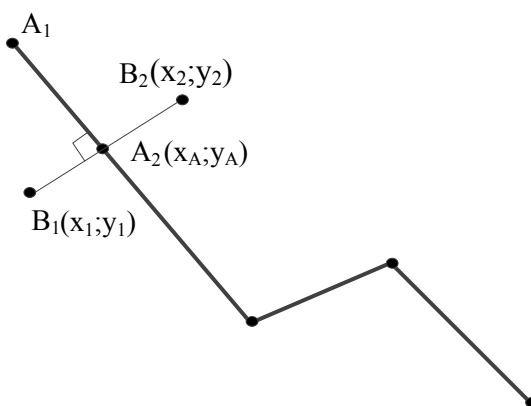


Рис. 5. Определение промежуточной точки  $A_2$

При вычислении координат точечных объектов, которые необходимо разместить над дорогой, использован метод дирекционных углов, принцип работы которого следующий.

Для определения координат искоемых точек  $B_1$  и  $B_2$  применяются следующие формулы:

$$x_1 = x_A + \Delta x; \quad (10)$$

$$y_1 = y_A + \Delta y;$$

где параметры  $\Delta x$  и  $\Delta y$  являются приращениями по оси  $x$  и  $y$  соответственно и определяются по следующим формулам:

$$\Delta x = r * \cos(\alpha); \quad (11)$$

$$\Delta y = r * \sin(\alpha); \quad (12)$$

Для точки  $B_2$  угол  $\alpha$  вычисляется так (рис. 6):

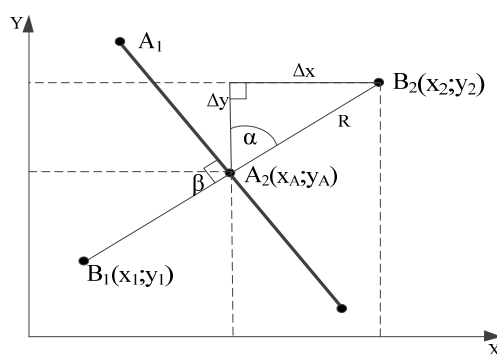


Рис. 6. Определение координат точки  $B_2$

$$\alpha = \alpha_0 + 180 - \beta \quad (13)$$

где  $\beta$ - дирекционный угол, который согласно условию, будет равен  $90^0$ , т.к. отрезки  $(A_2, B_1)$  и  $(A_2, B_2)$  расположены перпендикулярно заданному объекту типа «Дорога»;

$\alpha_0$  – определяет направление прямой  $(A_1, A_2)$ .

На основании полученных данных находим координаты точки  $B_2$  по формулам (10).

Вычисление координат точки  $B_1$  выполняется аналогичным образом, отличием является лишь нахождение угла  $\alpha$  по формуле (14).

$$\alpha = \alpha_0 - 180 + \beta \quad (14)$$

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что при расстановке точечных объектов время, затрачиваемое на размещение, зависит от количества перекрестков и длины изгибности пересекающихся дорог. Время установки объектов вдоль дорог зависит от длины дорог и расстояния от нее до объекта, а также от расстояния между объектами.

### Литература

1. Садыков С.С., Еремеев С.В., Автоматический контроль размещения пространственных объектов на цифровой карте с использованием топологических отношений // Информационные технологии. 2005. №8. С. 6-9.
2. Андрианов Д.Е., Булаев А.В. Автоматизированная обработка пространственной информации в геоинформационных системах // Автоматизация и современные технологии. 2007. № 8. С. 3-6.
3. Соколов М.С. Методика решения картографических задач и интеграции данных муниципальной ГИС // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2009. № 14. С. 164-169.
4. Еремеев С.В. Разработка системы геоимитационного моделирования для анализа работы городских служб // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2010. № 15. С. 63-68.
5. Еремеев С.В. Имитационное моделирование систем с учетом пространственных характеристик объектов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2009. № 14. С. 37-40.
6. Еремеев С.В. Пространственные структуры в геоинформационных системах // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2007. № 12. С. 71-74.
7. Еремеев С.В., Деев К.В. Многоуровневое представление пространственных данных в геоинформационных системах // [Геоинформатика](#). 2006. № 2. С. 54-57.
8. Еремеев С.В. Алгоритм размещения слоев на цифровой карте в ГИС // [Геоинформатика](#). 2005. № 2. С. 22-26.

ТЕЛЕФОН: 8-905-142-1234

E-MAIL: SV-EREMEEV@YANDEX.RU