

*Кравченко А.Г. Моделирование препятствий маршрута и алгоритмы фиксации информации о них // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2019. – №5 (май). – АРТ 470-эл. – 0,3 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>*

**РУБРИКА: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**УДК 004.94,004.021**

**Кравченко Андрей Геннадьевич**  
студент 2 курса, отдел магистратуры  
*Научный руководитель:* Кудинов Н.В., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»  
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация  
e-mail: [forletters01@gmail.com](mailto:forletters01@gmail.com)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕПЯТСТВИЙ МАРШРУТА И АЛГОРИТМЫ  
ФИКСАЦИИ ИНФОРМАЦИИ О НИХ**

*Аннотация:* В статье описывается процесс моделирования препятствий маршрута и составление алгоритмов фиксации информации о препятствиях на основе полученных моделей.

*Ключевые слова:* моделирование препятствий, маршрут, препятствие, модель препятствия, локальное препятствие, протяженное препятствие.

**Kravchenko Andrei**  
2nd year student, department of magistracy  
Supervisor: N. Kudinov, PhD, Associate Professor  
FGBOU VO "Don State Technical University"  
Rostov-on-Don, Russian Federation

## MODELING OF ROUTE OBSTACLES AND ALGORITHMS FOR RECORDING INFORMATION ABOUT THEM

*Abstract:* The article describes the process of modeling the obstacles of the route and drawing up algorithms for recording information about obstacles based of the models obtained.

*Keywords:* obstacle modeling, route, obstacle, obstacle model, local obstacle, extended obstacle.

В современном мире интеграция различной вычислительной техники и информационных систем в рабочие процессы, а также в повседневную жизнь человека становится заметнее с каждым днем. В этой новой среде человеку отводится управляющая роль, он определяет задачи, которые далее будут выполняться с помощью вычислительной техники и информационных систем.

Важной частной проблемой является область составления, хранения и передачи информации о маршруте передвижения. Информация о маршруте может передаваться как от человека к информационной системе, так и в обратном направлении. На сегодняшний день существует множество различных информационных систем, которые позволяют составлять маршруты передвижения, визуализировать их на карте, а также предоставлять инструкции для путешественника, необходимые для прохождения маршрута.

При перемещении путешественника по маршруту, некоторые из промежуточных точек, а также участков маршрута могут вызвать у него интерес к определенным объектам местности. Данный интерес может быть обоснован по двум основным причинам. Первой причиной является тот

факт, что владение информацией о наличии того или иного объекта местности при построении предстоящего маршрута может существенно повлиять на процесс подготовки к его прохождению. Например, это может быть выражено в необходимости подготовки специального оборудования или же в принятии решения о внесении корректировки в план маршрута с целью избежать или же наоборот посетить некоторый интересующий объект на местности. Наличие информации о таких объектах местности может привести к снижению ресурсных затрат, которые связаны с организацией прохождения маршрута. Второй причиной является возможность более точно оценить необходимое время для достижения конечной точки маршрута, а также его сложность, так как данные объекты могут оказать существенное влияние на скорость прохождения как отдельного выбранного участка маршрута, так и всего маршрута в целом. Принимая во внимание то, насколько вышеописанные причины могут быть важны для путешественника при прохождении маршрута, возникает необходимость в моделировании объектов местности, которые вызвали у путешественника интерес и в составлении алгоритмов для фиксации информации об этих объектах, которые в дальнейшем могут быть использованы в различных информационных системах, предоставляющих информацию о маршрутах.

Многие структуры, представляющие практический интерес в математике и информатике могут быть представлены в виде графа. Маршрутная сеть не является тому исключением. Ее можно смоделировать с помощью ориентированного графа. При этом точки маршрутной сети, например, населенные пункты, будут представлять собой вершины графа, а имеющиеся дороги или информация о возможности преодолеть расстояние между населенными пунктами будут моделироваться ребрами графа.

Расстояние между двумя населенными пунктами будет моделироваться весом ребра, который их соединяет.

Объекты на местности, которые могут вызвать у путешественника интерес назовем препятствиями маршрута. Препятствия маршрута можно классифицировать на две группы, такие как локальные и протяженные препятствия. Каждая группа обладает некоторым набором присущих ей характеристик. Рассмотрим более детально данные группы. Локальное препятствие представляет собой некоторую замкнутую область, все точки которой оказывают влияние на прохождение маршрута. Так как в рамках моделируемой маршрутной сети с помощью графовой абстракции смоделировать произвольный замкнутый участок местности является достаточно сложной задачей, то вводится допущение о том, что локальное препятствие моделируется с помощью круга с базовой(центральной) точкой, все точки которого оказывают влияние на прохождение маршрута как препятствие. Радиус такого круга будем называть радиусом локального препятствия. Схематичное представление модели локального препятствия маршрута в рамках некоторой маршрутной сети представлено на рисунке 1.

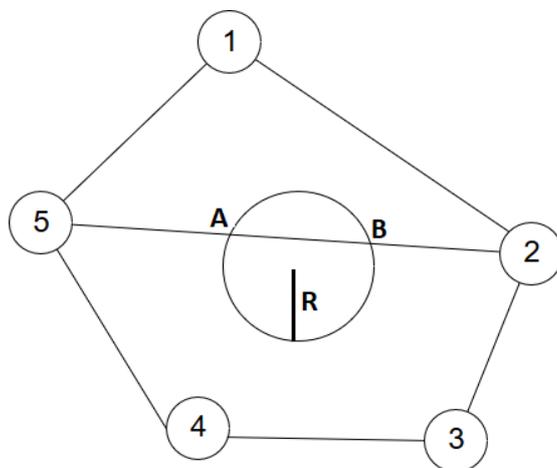


Рисунок 1 – Схематичное представление модели локального препятствия

На рисунке 1 локальное препятствие с радиусом  $R$  частично пересекает ребро маршрутной сети между вершинами 2 и 5 в точках А и В. Отрезок АВ ребра 2-5 маршрутной сети полностью находится внутри локального препятствия.

В свою очередь, протяженное препятствие моделируется в виде последовательности ребер маршрутной сети, каждое из которых имеет отметку с информацией о препятствии. Из этого следует, что протяженное препятствие обладает такой характеристикой как длина. Длина будет рассчитываться путем суммирования длины каждого отдельного ребра, которое отмечено рассматриваемым протяженным препятствием. Схематичное представление модели протяженного препятствия представлено на рисунке 2.

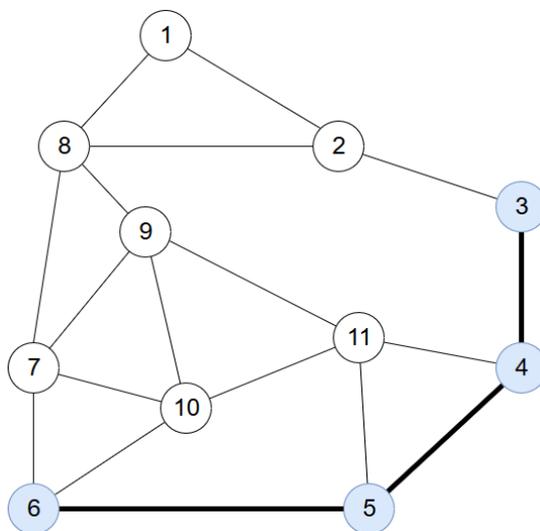


Рисунок 2 – Схематичное представление модели протяженного препятствия

На рисунке 2 протяженным препятствием отмечены такие ребра маршрутной сети как 3-4, 4-5, 5-6.

Рассмотрим примеры наиболее часто встречающихся локальных и протяженных препятствий маршрута. В качестве локальных препятствий маршрута, которые часто встречаются для туристических походов, могут выступать небольшая водная преграда, такая как озеро, которое можно преодолеть путем обхода вдоль его берега, различные природные родники, естественные земляные овраги, перевалы или переправы через небольшие реки. В качестве протяженного препятствия маршрута, особенно часто встречающегося при прохождении автомобильных маршрутов, может выступать тип подстилающей поверхности, например, грунтовая дорога или гравий, безопасное перемещение по которым требует от водителя автомобиля снижения скорости ниже уровня, который допустим для хорошо уложенной асфальтированной дороги. Для пешеходных маршрутов достаточно часто встречаемым препятствием является пересеченная местность.

Рассмотрев модели и примеры локальных и протяженных препятствий маршрута, которые могут встретиться у путешественника на пути при прохождении маршрута, перейдем к составлению алгоритмов фиксации информации о препятствиях для информационных систем, которые предоставляют информацию о маршрутах.

Составим алгоритм фиксации информации о локальном препятствии маршрута. Входными данным алгоритма являются базовая точка локального препятствия, представленная географическими координатами и его радиус. Теперь необходимо проверить, какие из ребер маршрутной сети оказались в радиусе локального препятствия. Для этого в цикле необходимо определить расстояние от базовой точки локального препятствия до некоторого текущего рассматриваемого ребра из всего множества ребер маршрутной сети. Если найденное расстояние оказалось меньше радиуса

препятствия, то ребро будет находиться внутри окружности полностью или частично. Важным моментом является то, что при частичном пересечении ребра локальным препятствием необходимо корректно рассчитать часть пересечения, так как в дальнейшем необходимо будет вести перерасчет веса ребра в зависимости от найденной части пересечения. Обозначим точки пересечения локального препятствия и ребра маршрутной сети как А и В. Зная точки пересечения локального препятствия и ребра маршрутной сети вычислим длину отрезка АВ и обозначим ее как  $l$ , а длину ребра, которое было пересечено препятствием как  $L$ . Рассчитаем отношение найденной длины отрезка АВ и длины ребра и обозначим его как  $p$ :

$$p = \frac{l}{L}; \quad (1)$$

Тогда непокрытая локальным препятствием часть ребра будет рассчитываться по формуле:

$$b = 1 - p = 1 - \frac{l}{L}; \quad (2)$$

Зачастую маршрутная сеть предоставляется поставщиком геоинформационных данных уже с некоторым значением длины и веса для каждого ребра сети, что позволяет на основе этих данных строить маршруты и выполнять любые другие операции. Обозначим известный вес ребра, которое помечаем локальным препятствием как  $w_1$  и выполним его пересчет по следующей формуле:

$$w_2 = w_1(pk + b); \quad (3)$$

где  $p$  – часть длины ребра, покрытая локальным препятствием;

$k$  – коэффициент категории локального препятствия;

$b$  – непокрытая препятствием часть ребра.

Выполнив перерасчет веса для всех пересеченных локальным препятствием ребер, информация о препятствии считается зафиксированной. Результатом работы алгоритма можно считать список ребер, которые были отмечены локальным препятствием.

Рассмотрев алгоритм фиксации информации о локальном препятствии перейдем к составлению алгоритма фиксации информации о протяженном препятствии маршрута. Как уже было описано ранее, модель протяженного препятствия представляет собой последовательность ребер. Для того, чтобы сформировать последовательность ребер для протяженного препятствия пользователю информационной системы, необходимо каким-либо образом ввести последовательность точек с указанием для каждой из них значений широты и долготы. Обозначим последовательность введенных точек как  $A$ :

$$A = \{a_0 \dots a_n\}; \quad (4)$$

где  $a_i$  – введенная точка с координатами  $(x_i, y_i)$ ;

$n$  – количество введенных точек.

Далее необходимо для каждой точки последовательности найти соответствующий ей ближайший от нее узел маршрутной сети и сформировать новую последовательность  $B$ :

$$B = \{b_0 \dots b_n\}; \quad (5)$$

где  $b_j$  – узел маршрутной сети;

$n$  – количество найденных узлов.

Выполним анализ полученной последовательности  $V$ . Рассмотрим последовательно пары узлов в последовательности идущих друг за другом, например, узлы  $b_0$  и  $b_1$ . Если рассматриваемая пара узлов принадлежит одному ребру в рамках имеющейся маршрутной сети, то добавим данное ребро в последовательность ребер  $E$ :

$$E = \{e_0 \dots e_k\}; \quad (6)$$

где  $e_i$  – ребро маршрутной сети, отмеченное протяженным препятствием;  
 $k$  – количество ребер, отмеченных протяженным препятствием.

Однако, при рассмотрении пары узлов последовательности  $V$  может произойти ситуация, когда эти узлы не образуют ребро, так как принадлежат двум разным ребрам. В таком случае в последовательности образуется разрыв. Такая ситуация происходит в силу неидеального ввода последовательности начальных точек для фиксации информации о протяжённом препятствии, так как препятствие может представлять собой не относительно прямую линию, образованную последовательностью ребер, а ломаную, имеющую сильные изгибы, что обязательно необходимо учитывать. В связи с этим вводится допущение о том, что для пары узлов, между которыми был найден разрыв, прокладывается кратчайший маршрут с помощью алгоритма Дейкстры для устранения разрыва. Найденные таким образом ребра попадают в последовательность ребер  $E$ , которые будут отмечены протяженным препятствием. Перерасчет веса каждого ребра основан на перерасчете веса ребра согласно алгоритму фиксации информации о локальном препятствии маршрута. Единственным отличием является тот факт, что нет необходимости рассчитывать часть пересечения ребра, так как для протяженного препятствия маршрута она всегда равна единице, так как препятствие полностью покрывает ребро. Результатом

работы алгоритма можно считать последовательность ребер, которые были отмечены протяженным препятствием.

Таким образом в рамках данной работы были смоделированы препятствия, которые могут встретиться при прохождении маршрута. Модели препятствий были классифицированы на две группы, такие как локальные и протяженные препятствия. Разработаны алгоритмы, позволяющие фиксировать информацию о препятствиях для того, чтобы информационные системы, предоставляющие информацию о маршрутах, могли учитывать препятствия при построении маршрута, что дает более полную информацию о предстоящем маршруте для путешественника.

#### **Список использованной литературы:**

1. Булгаков, А. А. Велосипедный туризм для всех. / А. А. Булгаков. — Москва : Профиздат, 1984. — 128 с.
2. Уилсон, Н. Руководство по ориентированию на местности. Выбор маршрута и планирование путешествия. Навигация с помощью карт, компаса и природных объектов. / Н. Уилсон. — Москва : ФАИР-ПРЕСС, 2004. — 352 с.
3. Куприна, Л. Е. Туристская картография. / Л. Е. Куприна. — Москва : Флинта, 2010. — 280 с.
4. Костюкова, Н. И. Графы и их применение. Комбинаторные алгоритмы для программистов. / Н. И. Костюкова. — Москва : Бином, 2007. — 311 с.
5. Ахо, А. Структуры данных и алгоритмы. / А. Ахо — Москва : Вильямс, 2000. — 118 с.

***Дата поступления в редакцию: 30.05.2019 г.***

***Опубликовано: 31.05.2019 г.***

***© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник»,  
электронный журнал, 2019***

***© Кравченко А.Г., 2019***