

УДК 517.977.58+629.3.05

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ЭВРИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОИСКА ПУТИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

П.Е. Пустовойтов

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра систем информации
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
ул. Фрунзе, 22, г. Харьков, Украина, 61002
Контактный тел.: 097-737-44-91
E-mail: yamazaki@bk.ru

У роботі запропоновано методіку пошуку маршруту проходження автомобіля за критерієм стохастичний час пересування. За статистичними даними будується нечіткий граф, який використовується для пошуку шляху. Уведений коефіцієнт нечіткості для шляху
Ключові слова: нечіткі графи, навігаційні системи, імовірнісні моделі

В работе предложена методика поиска маршрута следования автомобиля по критерию стохастическое время передвижения. По статистическим данным строится нечеткий граф, который используется для поиска пути. Введен коэффициент нечеткости для пути
Ключевые слова: нечеткие графы, навигационные системы, вероятностные модели

The method of pathfinding by the criteria of stochastic time is suggested in this work. Using the statistic data, it creates the fuzzy graph. It was suggested the coefficient of fuzziness of way
Keywords: fuzzy graphs, navigation systems, stochastic models

1. Введение. Постановка задачи

Существует множество алгоритмов отыскания маршрута между двумя пунктами на графе или на карте [1]. Любая разветвленная структура пунктов, перекрестков и дорог может быть преобразована в граф и решена известными методами [2]. Обычно весами дуг служат довольно точно измеренные расстояния, а найденный оптимальный маршрут будет оптимальным с точки зрения меры длины [2]. Зачастую водителей автотранспорта интересует не километраж, а время, проведенное в пути. Маршрут, ведущий через главные улицы города, может иметь длину несколько километров, но, в то же время, занимать несколько часов. Таким образом, целесообразней в качестве критерия оптимизации использовать время прохождения маршрута. Существующие алгоритмы отыскания пути на графе используют четко заданные веса дуг, в свою очередь, указать точное время прохождения автомобилем сегмента дороги невозможно.

Таким образом, логично сформулировать цель работы, которая заключается в разработке методики определения маршрута, наилучшего с точки зрения затраченного времени.

2. Основные результаты

В свою очередь, могут быть получены статистические данные для каждого сегмента дороги о том, какое время было затрачено уже проехавшими по нему автомобилями. На основе этих данных можно получить законы распределения времени пути для каждого участка дороги (рис. 1).

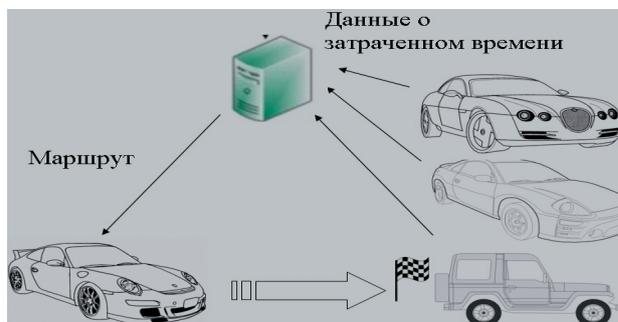


Рис. 1. Сбор статистики о времени преодоления участка дороги

Для этого полученные данные разбиваются на $\log_2 n + 1$ интервалов [3], и строятся диаграммы частот. Известно [4-5], что случайные результаты измерений распределены по нормальному закону. Тогда задача получения искомой плотности распределения сводится к отысканию параметров нормального закона наилучшим, с точки зрения МНК [5-6], способом аппроксимирующих исходную гистограмму частот (рис. 2).

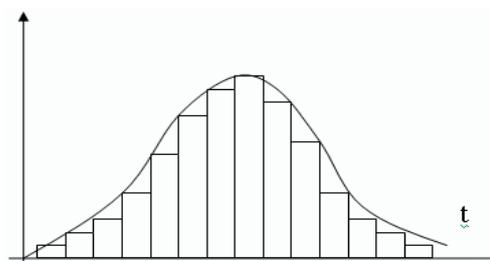


Рис. 2. Аппроксимация гистограммы частот

Полученные, таким образом, плотности распределений служат весами дуг, значения которых заданы нечетко. А граф, в свою очередь, называют нечетким (рис. 3).

Для отыскания здесь кратчайшего маршрута любым известным алгоритмом поиска пути на графе [1-2] необходимо задать четкие значения дуг. Наиболее простое решение, подставить в значения весов дуг математические ожидания полученных распределений.

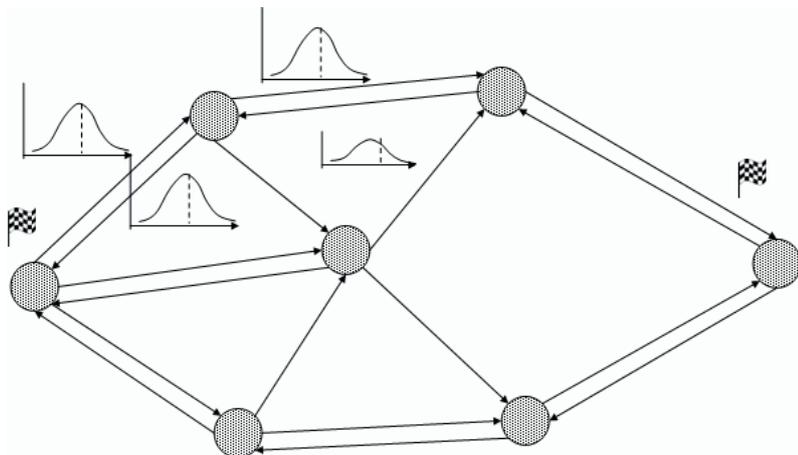


Рис. 3. Нечеткий граф

Рассмотрим, как можно усовершенствовать данный подход и изменить маршрут с учетом наперед заданного риска пути. Здесь, также, полученный нечеткий граф необходимо привести к четкому. С этой целью задается необходимый коэффициент нечеткости k_f , согласно которому вычисляются четкие значения дуг. Коэффициент нечеткости примем равным площади под кривой, ограниченной искомым квантилем слева, математическим ожиданием справа и функцией плотности распределения сверху (рис. 4).

$$\int_q^M f(\mu, \sigma) = k_f.$$

Из полученного интеграла по параметру отыскивается квантиль, значение которого подставляется в граф как вес рассматриваемой дуги.

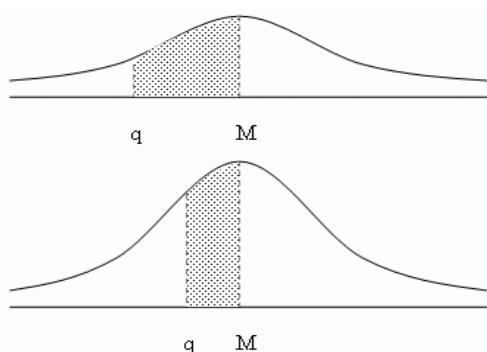


Рис. 4. Искомый параметр интеграла

Теперь, имея четкий граф, отыскивается кратчайший маршрут между заданными вершинами. Для этого может быть использован алгоритм Дейкстры, Флойда, Джонсона [1-2] и др.

Выводы

Таким образом, в работе предлагается использовать для поиска пути граф, в котором веса дуг отличаются от аналогичного графа со средними статистическими значениями.

Уменьшение весов дуг пропорционально дисперсии случайного времени преодоления участка дороги. Это значит, что величина риска для каждого фрагмента дороги одинакова; для дороги с низкой дисперсией уменьшение времени будет меньше, чем при аналогичном риске для дороги с большей дисперсией.

Очевидно, что изменение весов в графе со средних статистических значений на меньшие полностью меняет маршрут следования.

Расчетное время маршрута может быть получено и путем сложения случайных величин при заданном коэффициенте нечеткости.

Литература

1. Кормен, Т.Х. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. : Пер. с англ. / Т.Х. Кормен, Ч.И. Лейзерсон, Р.Л. Риверст, К. Штайн. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. - 1296с.
2. Кнут, Д.Э. Искусство программирования, том 1. Основные алгоритмы, 3-е изд.: Пер. с англ. / Д.Э. Кнут. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. - 720с.
3. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное изд. / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 471с.
4. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. / Е.С. Вентцель. -М.: Высш. шк., 1999. - 576 с.
5. Горяинов, В.Б. Математическая статистика: Учеб. для вузов / В.Б. Горяинов, И.В. Павлов, Г.М. Цветкова и др.; Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. -424 с.
6. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика / В.С. Пугачев. - М.: Физматгиз, 2000. - 496с.