

РЕГИСТРАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

Погребной В.Ю.

Научный руководитель Фадеев А.С.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики
pogrebnoyvadim@tpu.ru

Введение

Прогнозирование параметров движения транспортных средств (ТС) невозможно без данных, полученных при отслеживании движения ТС [1, 2]. Навигационно-телеметрические данные (НТД), получаемые с использованием глобальных навигационных систем, не привязаны к улично-дорожной сети (УДС), содержат ошибки, а единого метода аппроксимации координат и регистрации параметров движения ТС не существует [3]. Предлагается новый метод регистрации местоположения и накопления статистики значений параметров движения ТС.

Определение местоположения

Искомое местоположение однозначно определим сегментом маршрута s_j с порядковым номером j , соединяющим узлы p_j и p_{j+1} и расстоянием λ , пройденным от начала сегмента. Рассмотрим три случая расположения координат V относительно перпендикуляров, проведенных через узлы, имеющие координаты O_j^p (рис. 9).

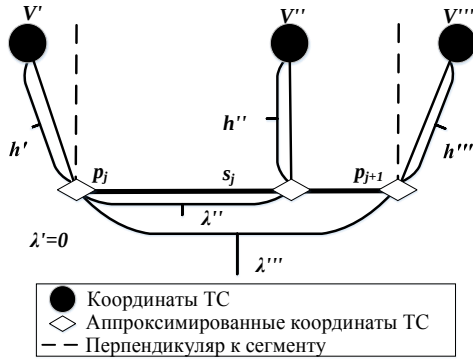


Рисунок 9 - Определение положения ТС в сегменте

Аппроксимацией точки V сегментом s_j назовем вычисление λ по формулам 1 и 2:

$$h = \begin{cases} \left[\overrightarrow{O_j^p V} \right], & \left(\overrightarrow{O_j^p O_{j+1}^p}, \overrightarrow{O_j^p V} \right) \leq 0 \\ \left[\overrightarrow{O_{j+1}^p V} \right], & \left(\overrightarrow{O_{j+1}^p O_j^p}, \overrightarrow{O_{j+1}^p V} \right) \leq 0, \\ \left[\overrightarrow{O_j^p O_{j+1}^p}, \overrightarrow{O_j^p V} \right], & \text{иначе} \end{cases} \quad (1)$$

$$\lambda = \begin{cases} 0, & \left(\overrightarrow{O_j^p O_{j+1}^p}, \overrightarrow{O_j^p V} \right) \leq 0 \\ \left[\overrightarrow{O_j^p O_{j+1}^p}, \overrightarrow{O_j^p V} \right], & \left(\overrightarrow{O_{j+1}^p O_j^p}, \overrightarrow{O_{j+1}^p V} \right) \leq 0, \\ \sqrt{\left| \overrightarrow{O_j^p V} \right|^2 - h^2}, & \text{иначе} \end{cases} \quad (2)$$

где h — удаленность ТС от сегмента.

Определим максимально возможную удаленность ТС от маршрута $\tilde{h}$ и функцию $f_n : (S, V) \mapsto (s_\zeta, \lambda)$, аппроксимирующую координаты V сегментом $s_\zeta = \arg \min_{s_j \in S} (h)$, при этом $h > \tilde{h} \Rightarrow \exists s_\zeta$. Функцию

f_n назовем аппроксимацией точки V множеством сегментов S . На рис. 10 представлена графическая интерпретация аппроксимации нескольких точек кусочно-линейным графиком, представляющим некоторое множество сегментов S .

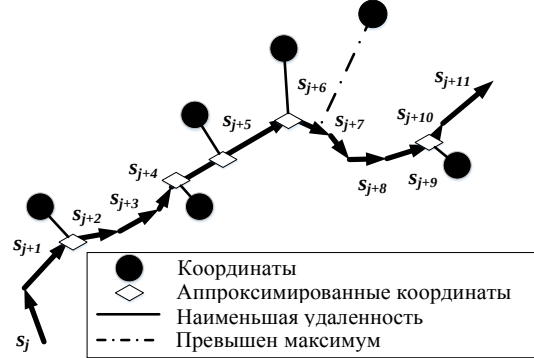


Рисунок 10 - Определение положения ТС в маршруте

Для определения множества S и соответственно для решения поставленной задачи разработан метод, основанный на конечном автомате [2]. ТС может находиться в десяти состояниях: q_0 — расположение неизвестно; q_1 — определен маршрут; q_2 — определено направление маршрута; q_3 — ТС оказалось в начальном узле сегмента; q_4 — оказалось между начальным и конечным узлом; q_5 — оказалось в конечном узле; q_6 — прибыло в начальный узел; q_7 — отправилось из начального узла; q_8 — прибыло в конечный узел; q_9 — завершило рейс.

Переход $q_i \rightarrow q_0$ означает отсутствие НТД, либо сход с маршрута. Переходы $q_{i=3,8} \rightarrow q_{j=3,5}$,

названные скачками, возникают в случае проезда узлов и сегментов. На рис. 11 указана схема конечного автомата без учета неожиданных ситуаций и скачков.

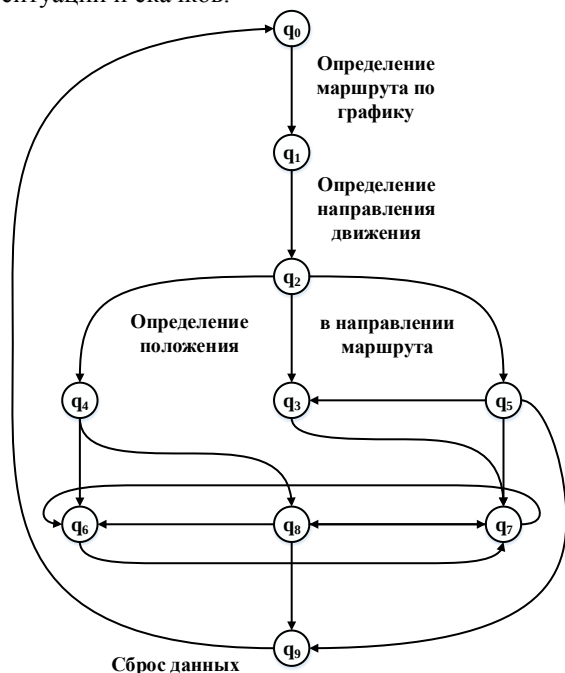


Рисунок 11 - Схема конечного автомата

Переход $q_0 \rightarrow q_1$ возникает после определения маршрута по текущему графику ТС. Для перехода $q_1 \rightarrow q_2$ разработан метод, основанный на треках движения ТС, построенных в каждом направлении маршрута, и выборе оптимального трека по длине и минимальному отклонению от графика ТС.

Регистрация параметров

Обозначим момент изменения состояния t^{q_i} . Интервал движения по сегменту рассчитывается при переходе $q_7 \rightarrow q_8$: $i = t^{q_8} - t^{q_7}$. Время задержки в узле рассчитывается при переходах $q_6 \rightarrow q_7$, $q_8 \rightarrow q_7$: $dt = t^{q_7} - t^{q_6, q_8}$.

Для определения t^{q_6, q_8} и t^{q_7} необходимо определить местонахождение ТС: в пределах узла или снаружи. Если узел представлен окружностью с радиусом ρ , проверяется выполнение неравенства $(x^v - x^o)^2 + (y^v - y^o)^2 \leq \rho^2$, если многоугольником, применяется метод трассировки луча.

Значения i и dt являются случайными только в контексте определенных условий: типа и технического состояния ТС, маршрута, поведения водителя, дорожного состояния, погодных условий и т.д. Для уменьшения количества критериев, ограничивающих случайность фиксируемых значений, распределим значения по сегментам и узлам маршрутов, а также по сезонам года, дням недели и времени суток.

Полученные случайные величины имеют нормальное распределение [4] и существует

возможность вычисления их статистических параметров:

$$M_{\eta+1}[Z^m] = \frac{\eta * M_{\eta}[Z^m] + Z_{\eta+1}^m}{\eta + 1}, \quad (3)$$

где Z^m — случайная величина периода m ; η — количество полученных ранее значений случайной величины Z^m ;

$M_{\eta}[Z^m]$ — математическое ожидание величины Z^m по η значениям;

Z_{η}^m — η -ое значение случайной величины Z^m

$$D_{\eta+1}[Z^m] = \frac{\eta}{\eta + 1} \left(D_{\eta}[Z^m] + \frac{(M_{\eta}[Z^m] - Z_{\eta+1}^m)^2}{\eta + 1} \right), \quad (4)$$

где $D_{\eta}[Z^m]$ — дисперсия случайной величины Z^m по η значениям.

Заключение

Описаны оригинальные методы регистрации местоположения транспорта в маршрутной сети, накопления статистики изменения параметров движения маршрутного транспорта на основе навигационно-телеметрических данных, получаемых с использованием глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС.

Список литературы

1 Погребной В.Ю. Применение географических информационных систем в задачах оптимизации выбора маршрута, мониторинга и прогнозирования движения пассажирского транспорта / В.Ю. Погребной, А.С. Фадеев, Ю.А. Мартынова // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2014: сборник научных трудов SWorld. 1-12 октября 2014 г. — №3(36). Том 10. — Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2014 — С. 40-52.

2 Погребной В.Ю. Алгоритмизация прогнозирования времени прибытия пассажирского транспорта города Томска на остановку с использованием модели, основанной на исторических и реальных данных [Электронный ресурс] / В.Ю. Погребной, А.С. Фадеев // Интернет журнал Науковедение. — 2013. — №6 (19). — С. 1-16. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/100TVN613.pdf>

3 Марков Н.Г. Интеллектуальные навигационно-телекоммуникационные системы управления подвижными объектами с применением технологии облачных вычислений / Д.М. Сонькин, А.С. Фадеев, А.О. Шемяков, Т.Т. Газизов // Научное издание. М.: Изд-во Горячая линия—Телеком, 2011. — 158 с.

4 Горбанев, Р.В. Городские улицы и дороги с многополосной проезжей частью / Р.В. Горбанев, А.И. Красников, Е.И. Щербakov. — М.: Стройиздат, 1984. — 167 с.