

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ДВИЖЕНИЯ КОЛОНН АВТОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

к.т.н. К.Ю. Дергачев, проф. В.А. Прокопов, Д.Ю. Свистунов

Предлагается метод глобального построения маршрутов движения для нескольких колонн автотранспортной техники, который основан на модификации метода параллельной волновой трассировки.

При движении большого количества транспортных агрегатов (ТА) к определенным объектам или при выдвигении на определенные рубежи за минимальное время на практике довольно часто возникает сложная задача определения оптимальных маршрутов движения нескольких колонн автотранспортной техники. Подобные задачи маршрутизации часто возникают в военной сфере, при решении различных транспортных задач, при планировании действий в чрезвычайных ситуациях [1]. Сложность проблемы, возникающей при планировании оптимальных маршрутов движения нескольких колонн автотранспортной техники, обуславливается необходимостью учета следующих факторов:

- специфичность объекта маршрутизации;
- возможность одновременного движения нескольких объектов;
- наличие ограничений, вызванных дорожной сетью района маршрутизации;
- необходимость учета технических характеристик ТА, которые двигаются в колонне;
- наличие возможных временных, топливных и других ограничений.

Колонна автотранспортной техники (КАТ) как объект маршрутизации обладает рядом специфических свойств, среди которых наиболее важным и определяющим является протяженность. Специфичность процесса одновременного движения нескольких объектов при построении их маршрутов движения также выражается в необходимости учета не только взаимодействия каждого агрегата с местностью и препятствиями, но и взаимного расположения самих движущихся объектов в каждый момент времени.

Рассмотрим вариант глобального планирования маршрута движения для нескольких КАТ, когда модель местности представляется в виде дискретного рабочего поля, содержащего квадратные дискреты. Дискреты, содержащие препятствия, запрещаются для движения. Необходимо построить маршруты движения для каждой КАТ. В общем случае такие

маршруты будут проходить среди препятствий, пересекаться. Наиболее общим критерием оптимальности при построении маршрута является критерий наименьшей длины

$$L = \sum_{i=1}^n l_i \rightarrow \min ,$$

где l_i – длина i - го участка маршрута (дискрета); n – количество участков маршрута.

При построении маршрутов движения нескольких объектов возможна ситуация, когда одному и тому же дискрету будут присвоены одни и те же значения веса для различных объектов маршрутизации, что недопустимо. Поэтому рациональнее использовать весовую функцию, отражающую время движения k - го транспортного агрегата со скоростью v_k [3]:

$$T_i = L_i / v_k ,$$

где T_i – значение веса i - го дискрета.

Выбор алгоритма глобального построения маршрута для нескольких КАТ должен удовлетворять ряду условий, основным из которых является возможность поиска маршрута движения, если он существует. В качестве наиболее подходящего предлагается использовать метод, который является дальнейшим развитием алгоритма планирования маршрутов движения нескольких ТА [2]. Метод состоит из двух этапов: распространения числовой волны и инициализации маршрута. Рассмотрим этап распространения числовой волны. Источниками распространения числовой волны являются те дискреты, в которых в начальный момент времени находится ТА – первый в КАТ. «Приемниками» считаем те дискреты, в которые необходимо прибыть КАТ. Этап распространения числовой волны выполняется для каждой КАТ и заключается в выполнении нескольких шагов. На первом шаге текущими для каждого КАТ считаются дискреты - «источники».

Опишем рассматриваемый алгоритм.

Шаг 1. Определяются дискреты, «соседние» с текущими.

Шаг 2. Каждому «соседнему» дискрету (если он не содержит препятствий) присваиваются значения двух весовых функций $G(\mathbf{D})$ и $F(\mathbf{D})$, заданных на множестве всех дискретов \mathbf{D} для каждой колонны автотранспортной техники. При этом $G(\mathbf{D})$ представляет собой штраф за передвижение ТА, двигающегося первым в колонне из источника в текущий дискрет, а $F(\mathbf{D})$ – последнего ТА.

Для избежания конфликтов, при присваивании веса дискрету необходимо соблюдать условие

$$[G_1(\mathbf{d}), F_1(\mathbf{d})] \cap [G_2(\mathbf{d}), F_2(\mathbf{d})] \cap \dots \cap [G_i(\mathbf{d}), F_i(\mathbf{d})] \cap \dots \cap [G_n(\mathbf{d}), F_n(\mathbf{d})] = \emptyset ,$$

где $[G_i(\mathbf{d}), F_i(\mathbf{d})]$ - планируемый временной интервал проезда i - й КАТ через дискрет \mathbf{d} , $i = 1..n$ – порядковый номер колоны, n – число КАТ.

Шаг 3. “Соседние” дискреты считаются текущими.

Шаг 4. Проверяется: достигнута ли цель движения («приемник»). Если нет, то переход на шаг 1, если “да”, то стоп.

Вариант планирования маршрутов движения для двух КАТ представлен на рис. 1, на котором показан фрагмент дискретного рабочего поля, в каждом дискрете которого приведены значения функций $G(\mathbf{d})$, а где необходимо, $F(\mathbf{d})$ для двух КАТ. Серым цветом выделены дискреты, которые выбраны для движения каждой из колонн.

Таким образом, в статье предложен метод построения оптимальных маршрутов движения для нескольких колонн автотранспортной техники, учитывающий принципы динамического программирования и позволяющий находить маршрут движения, если он существует. Предлагаемый метод основан на алгоритмах параллельной волновой трассировки и явился дальнейшим развитием метода построения маршрутов движения для нескольких ТА [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Дергачев К.Ю., Прокопов В.А. Об объективных предпосылках создания маршрутологии // Вісник Східноукраїнського національного університету. – 2002. – № 4. – С. 142 - 143.
2. Дергачев К.Ю. О методе планирования маршрутов движения нескольких ТА // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 4(10). – С. 59 - 60.
3. Науменко А.Н., Дергачев К.Ю. О возможном решении задачи планирования маршрутов движения для двух транспортных агрегатов // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 1(11). – С. 70 - 72.

Поступила 13.06.2002

ДЕРГАЧЕВ Константин Юрьевич, канд. техн. наук, старший научный сотрудник научного центра при ХВУ. В 1995 году окончил Харьковский военный университет. Область научных интересов – построение оптимальных маршрутов движения сложных технических объектов.

ПРОКОПОВ Владимир Александрович, канд. техн. наук, профессор, заместитель директора филиала ХВУ по учебной работе. В 1959 году окончил ХВАИВУ. Область научных интересов – динамика сложных систем.

СВИСТУНОВ Дмитрий Юрьевич, адъюнкт ХВУ. В 1995 году окончил Харьковский военный университет. Область научных интересов – GIS-технологии.