

УДК 004

## АЛГОРИТМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ

Михеева Т.И., Михеев С.В., Гаманова Н.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва  
(национальный исследовательский университет), г. Самара

Одной из задач, решаемых интеллектуальными транспортными системами, является задача оптимизации перевозочного процесса. Создание транспортно-логистической системы требует комплексного рассмотрения всех аспектов этого процесса. Наличие большого количества ограничений, сложность системы и, как следствие, большая размерность решаемых задач создают значительные трудности при построении оптимальных маршрутов традиционными методами. Применение интеллектуальных технологий, разработка специализированных структур и алгоритмов, позволяющих наилучшим образом решать поставленные задачи, значительно облегчит этот процесс и обеспечит переход на новый, качественно более высокий уровень проектирования и управления транспортными потоками.

В основе представления транспортной сети лежит графовая модель. Введем понятие графа зависимости по управлению:  $G(u)$  - это ориентированный помеченный граф, вершинами которого служат локальные вычислимые функции  $f_k$ , две вершины  $\tilde{v}_i$  и  $\tilde{v}_j$  соединены дугой  $\tilde{e}_{ij}$ , если существует зависимость между данными с источником в  $\tilde{v}_i$  и стоком в  $\tilde{v}_j$ . Каждая дуга снабжена пометками, определяющими вид зависимости. Граф зависимости по управлению  $G(u)$  позволяет выстроить поток событий в зависимости от значения локальной вычислимой функции  $f_k$  и таким образом обеспечить распределение транспортных потоков по улично-дорожной сети (УДС). Вершины графа - суть состояния, а дугами отмечаются переходы системы из одного состояния в другое.

Для перевозочного процесса событием является изменение состояния объекта, влияющее на развитие транспортного процесса: например, перекрытие участков УДС, в связи с возникновением ДТП, проведением аварийно-восстановительных работ; установкой новых или демонтажем старых дорожных знаков и светофоров.

Функция  $f_k$  расширенного управления предназначена для преобразования многозначных предикатов, образованных на множестве значений, в условные операторы. Для реализации событийного управления на графе управлений  $G(u)$  введем множество предикатов  $P'' = P_1'', P_2'', \dots, P_n''$  и поставим их в соответствие дугам графа  $G(u)$ . Событие, реализующее переход  $\tilde{v}_i \rightarrow \tilde{v}_j$  на графе  $G(u)$ , инициируется, если объект на текущем шаге находится в состоянии  $\tilde{v}_i$ , и предикат  $P_i''$ , помечающий данный переход, истинен.

Для решения некоторых задач управления и оптимизации перевозочного процесса не требуется детального представления графа, поэтому актуальна разработка алгоритма стягивания графа - минимизации количества дуг графа, без потери его основных свойств.

Под линейным стягиванием графа  $G$  будем понимать такое преобразование графа  $G \rightarrow G'$ , при котором две смежные вершины  $\tilde{v}_i$  и  $\tilde{v}_j$  заменяются одной новой вершиной, соединенной дугами с теми и только теми вершинами, с которыми были соединены  $\tilde{v}_i$  и  $\tilde{v}_j$  (см. рис.). Линейное стягивание графа это способ уменьшения размерности графа за счет объединения нескольких последовательных дуг в одну.

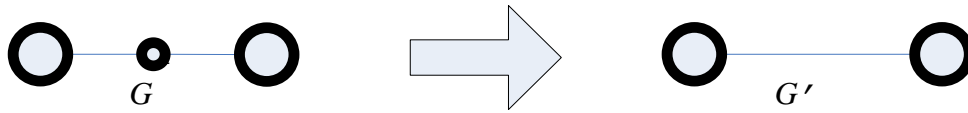


Рисунок.  $G'$  - стягивание графа  $G$

Алгоритм линейного стягивания графа состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Выявляем вершины  $\tilde{v}_i$  исходного графа, для которого степень вершины  $\delta(\tilde{v}_i) = 2$ .

Шаг 2. Удаляем вершину  $\tilde{v}_i$  из исходного графа, путем объединения дуг  $\tilde{e}_j(\tilde{v}_{i-1}, \tilde{v}_i)$  с весовой характеристикой  $w(\tilde{e}_j)$  и  $\tilde{e}_{j+1}(\tilde{v}_i, \tilde{v}_{i+1})$  в дугу  $\tilde{e}'_j(\tilde{v}_{i-1}, \tilde{v}_{i+1})$  с весовой характеристикой  $w(\tilde{e}_{j+1})$ .

Шаг 3. Рассчитываем весовые характеристики полученной дуги  $\tilde{e}'_j$  и множество предикатов состояния дуги  $P_{j'}$  для графа:

$P_{j'} = P_j \cap P_{j+1}$ , где  $P_j$  – множество предикатов дуги  $\tilde{e}_j$ ,  $P_{j+1}$  – множество предикатов дуги  $\tilde{e}_{j+1}$ ;

$$w(\tilde{e}_{j'}) = \begin{cases} w(\tilde{e}_j) + w(\tilde{e}_{j+1}), & \text{для аддитивной характеристики} \\ \frac{w(\tilde{e}_j) + w(\tilde{e}_{j+1})}{2}, & \text{для усредненной величины} \\ \frac{l_j \cdot w(\tilde{e}_j) + l_{j+1} \cdot w(\tilde{e}_{j+1})}{l_j + l_{j+1}}, & \text{для величин зависящих от расстояния, где } l - \text{длина дуги} \end{cases}$$

Шаг 4. Для преобразованного графа  $G'$  повторять шаги 1-3 до тех пор, пока граф содержит дуги степени 2.