

АЛГОРИТМ БЫСТРОГО РАСЧЕТА ПОДМАТРИЦ КРАТЧАЙШИХ РАССТОЯНИЙ НА ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЯХ

Задача поиска кратчайших путей на графах возникает во многих случаях построения систем управления транспортными операциями. Практический интерес представляют способы снижения трудоемкости ее решения. Предлагается учесть взаимозависимость потоков запросов на поиск путей, сокращая объем пространства поиска путем накопления предопределенных решений.

Известно, что при поиске кратчайших путей на нагруженном ориентированном графе $G(N, A)$, где N – множество вершин, A – множество дуг, $A \rightarrow R^+$, время построения дерева путей (поиска решения) растет квадратично или, по меньшей мере, при тщательно построенной вычислительной схеме по закону $x \cdot \log_2 x$ с увеличением расстояния x от корня дерева до целевой вершины [1]. Классический алгоритм Дейкстры с отображением очередей анализируемых вершин графа на Фибоначчиевы кучи характеризуется сложностью $O(m + n \cdot \log_2 n)$, где $m = |A|$, $n = |N|$. Для разреженных графов проецирование очереди вершин на память позволяет снизить сложность до $O(m + n \cdot L)$, где L – максимальная длина дуги графа [2].

Алгоритм Дейкстры принципиально ориентирован на однократное построение дерева кратчайших путей из некоторой вершины графа. Предлагается в задачах многократного расчета кратчайших путей исключить повторяющиеся шаги алгоритма, сохраняя его преимущества по учету изменения графа.

Учитывая последовательный характер изменения состояния вершин дерева в соответствии со значением расстояния от его корня, очевидна идея включения такой последовательности в качестве этапа построения множества деревьев. Для ее реализации необходимо дополнить признак состояния вершин номером такого дерева.

Известные приемы ускорения процесса поиска кратчайших путей, такие как целенаправленный поиск, встречный поиск, многоуровневый подход [2], базируются на ограничении локальных областей поиска. Можно заметить, что в процессе развития дерева кратчайших путей из заданной вершины каждая дуга окончательного дерева, как минимум, один раз будет представлена в очереди вершин [3]. Однако некоторые дуги в очереди побывают строго один раз, что и предлагается учесть для ускорения поиска решения.

В задачах поиска маршрута между двумя заданными вершинами сети целесообразно организовать встречный поиск [1]. Организация встречного поиска требует определения правила остановки. В случае наличия предопределенных решений правило остановки можно определить относительно фактов пометки обеих вершин выделенной дуги. Временная пометка конечной вершины такой дуги, которая имеет постоянную пометку в инвертированном графе – достаточное условие остановки.

Таким образом, построенные процедуры поиска используют для представления модели сети память в два раза увеличенного объема. Вместе с тем, синхронизация процессов выборки критических вершин позволяет сократить количество холостых проверок состояния очереди для наиболее эффективных адресных схем организации очередей. В случае наличия ограничений на пути на графе приходится использовать очередь дуг [2]. Однако легко заметить, что и здесь помеченные дуги по тем же соображениям являются пригодными для ускоренного включения в дерево кратчайших путей. Правило остановки остается без изменений.

Эксперименты показывают, что на графе реальной сети автомобильных дорог, где $n = 10^5$, $m = 10^6$, среднее время поиска кратчайших маршрутов между случайными парами вершин сокращается более, чем в два раза.

Список литературы

1. Deo, N. Shortest-Path Algorithm: Taxonomy and Annotation/N. Deo, Chi-yin Pang//Networks. – 1984. – Vol. 14. – P. 275-323.
2. Holzer, M. Combining Speed-up Techniques for Shortest-Path Computations/M. Holzer, F. Schulz, D. Wagner, T. Wilhalm//ACM Journal of Experimental Algorithmics. – 2005. – Vol. 10. – P. 1–18.
3. Ревотюк, М.П. Поглощение предопределенных решений жадными алгоритмами/М. П. Ревотюк, Н. И. За-стенчик, Е. В. Шешко//Известия Белорусской инженерной академии. – 2004. – № 1(17)/2. – С. 112-114.

Мухиддин Камэл Кароли, Наймович Вячеслав Витальевич, аспиранты факультета информационных технологий и управления Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, kafitas@bsuir.by

Научный руководитель: Ревотюк Михаил Павлович, доцент кафедры информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, к.т.н., доцент, rmp@bsuir.by