

УДК 004.72

САМОПОДСТРАИВАЮЩИЕСЯ СЕТИ НА БАЗЕ SPLAY-ДЕРЕВЬЕВ

Федер Е.А. Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

Научный руководитель – Аксенов В.Е., PhD, научный сотрудник ФИТиП,
Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

Настоящая работа посвящена разработке алгоритмов для перестраивания структуры коммуникационных сетей.

Введение. Граф коммуникаций – это граф соединений между отдельными компьютерами в физической сети. Обычно этот граф является статическим и строится для оптимизации работы при условии худшей нагрузки на сеть (трафик). Зачастую, такой граф является деревом. Практика показывает, что хотя трафик непостоянен, он подчиняется некоторым паттернам поведения. Поэтому имеет смысл изредка перестраивать граф коммуникаций для ускорения передачи данных.

В настоящее время стала развиваться технология, которая позволяет вместо кабелей использовать лазеры [1]. Их главной особенностью является то, что в процессе работы существует возможность “переключить ребро” с одного компьютера на другой автоматически, то есть без физического взаимодействия с компьютером. Это позволяет рассматривать коммуникационный граф, как структуру, которая может меняться в течение времени.

Однако, существующие модели самоподстраивающихся графов не учитывают тот факт, что различные ребра в дереве могут меняться параллельно и независимо друг от друга.

Основная часть. В работе мы рассматриваем один из самых популярных видов графа коммуникаций – дерево. Перестроение дерева в зависимости от запросов, которые в него приходят, зачастую выполняют с помощью структуры splay-дерева [2]. Оно обладает свойством “константной статической оптимальности”: если взять оптимальное статическое дерево для известного набора запросов, то splay-дерево будет выполнять эти запросы не хуже, чем в константу раз.

Как мы уже отметили во введении существующие модели не позволяют менять рёбра параллельно. В новой модели мы разбиваем граф на n паросочетаний. Тем самым каждая вершина может поддерживать n связей. За α времени, мы можем изменить одно паросочетание: поменять все рёбра на другие.

В случае дерева нам требуется только 3 паросочетания. Поэтому для того, чтобы поменять всю структуру дерева нам требуется только $3 \cdot \alpha$ операций. Также представим, что в нашей сети существует оракул, который знает структуру нашего графа и запросы, и может посчитать новое дерево за $O(1)$: мы предполагаем, что передача данных по одному участку сети превосходит время, потраченное на вычисления локально.

В такой модели обычная реализация splay-дерева теряет свойство константной оптимальности: каждое перестроение дерева стоит α и тем самым, алгоритм становится α -оптимальным.

Была разработана эвристика, которая позволит добиться $\sqrt{\alpha}$ -оптимальности. Она заключается в том, чтобы откладывать splay-операции до момента, когда суммарная стоимость запросов не станет больше α .

Выводы. Разработанный в данной работе алгоритм в рассмотренной нами модели имеет лучший показатель оптимальности относительно наивной версии с splay-деревом.

Литература.

1. Ghobadi M. et al. Projector: Agile reconfigurable data center interconnect // Proceedings of the 2016 ACM SIGCOMM Conference, 2016, pp. 216-229.

2. Sleator D. D., Tarjan R. E. Self-adjusting binary search trees // Journal of the ACM (JACM), 1985, V. 32, No. 3, pp. 652-686.

Федер Е.А.

Аксенов В.Е.