

УДК 004.023

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Мартыов П.М. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – доцент, PhD науки, Аксёнов В.Е.

(Университет ИТМО)

Введение. Простейшая компьютерная сеть является абстракцией над компьютерами и связями между ними в реальном мире и представляет из себя граф с рёбрами единичной длины. Под нагрузкой на эту компьютерную сеть будем понимать матрицу, состоящую из численно выраженной нагрузки на путь между двумя вершинами этого графа. Нагрузка может выражена, например, в числе запросов между компьютерами или долей всего трафика в системе. Тогда назовём статически оптимальной компьютерной сетью такую сеть, в которой сумма всех попарных нагрузок помноженных на расстояние между соответствующими вершинами минимальна. В данном исследовании мы будем рассматривать только компьютерные сети, представленные деревьями, то есть графами без циклов.

Основная часть. На данный момент не существует полиномиального алгоритма который бы находил статически оптимальную компьютерную сеть для произвольных входных данных. Некоторые частные случаи, ограничивающие набор рассматриваемых деревьев, разобраны в деталях в существующих статьях [1]. Одним из таких частных случаев является сужение множества рассматриваемых деревьев на его подмножество состоящее из бинарных деревьев построенных на упорядоченном наборе вершин. Алгоритм для такого случая работает за время, кубически зависящее от количества вершин в сети, что является существенным улучшением по сравнению с существующими алгоритмами для поиска оптимальных компьютерных сетей среди всех возможных деревьев. Однако, этот алгоритм показывает очень плохие результаты на множестве различных наборов входных данных, так как множество рассматриваемых им деревьев ограничено, и вполне вероятно что оптимальное среди них не представлено. Для того чтобы попытаться преодолеть ограниченность этого подхода, можно использовать целый класс различных жадных алгоритмов с применением эвристических оптимизаций. В исследовании представлен обобщённый жадный алгоритм, использующий произвольную функцию для выбора следующего ребра, которое будет включено в результирующее дерево. Рассмотрены следующие функции:

1. Нагрузка на пару вершин, соединяемую рассматриваемым ребром;
2. Суммарная нагрузка на всевозможные пары вершин, составленные с каждой из вершин, соединённых рассматриваемым ребром.

Преимущество подобных алгоритмов в скорости их работы — приведённые в исследовании жадные алгоритмы могут исполняться со скоростью вплоть до квадратично зависящей от количества вершин в рассматриваемой сети. Кроме того, к выхожному результату подобного алгоритма можно применить многократные итеративные улучшения, такие как:

1. Выбор случайной пары вершин, подсчёт изменения минимизируемой суммы в случае смены рассматриваемой пары вершин местами и выполнение этого действия в случае обнаруженного улучшения.
2. Выбор случайного поддерева небольшого размера, поиск оптимального дерева на этом множестве вершин и последующее перестроение структуры компьютерной сети для включения этого оптимального поддерева.

Выводы. Проведен анализ различных эвристик и их эффективности по сравнению с существующими алгоритмами поиска статически оптимальных компьютерных сетей.

Список использованных источников:

1. Avin C., Schmid S. ReNets: Toward Statically Optimal Self-Adjusting Networks // arXiv preprint arXiv:1904.03263. — 2019.
2. Knuth D. E. Optimum binary search trees // Acta Informatica. — 1971. — Vol. 1, no. 1. — P. 14–25.
3. Splaynet: Towards locally self-adjusting networks / S. Schmid [et al.] // IEEE/ACM Transactions on Networking. — 2015. — Vol. 24, no. 3. — P. 1421–1433.