

# Разработка и исследование параллельного алгоритма оптимизации развития динамической транспортной сети

Н.Л. Григоренко, А.В. Жарков, Д.Г. Пивовартчук, Н. Н. Попова

Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова

Под динамической транспортной сетью понимается математическая модель сети поставок, объединяющая некоторое количество поставщиков, потребителей и дистрибьютеров, параметры которой стохастически увеличиваются со временем. Под развитием сети подразумевается увеличение пропускных способностей рёбер графа транспортной сети с течением времени. Под оптимальным развитием понимается такая последовательность увеличения пропускной способности опеределённых рёбер графа, которая соответствует критерию качеству. Критерий качества рассчитывается по всевозможным сценариям, порожденным марковским процессом развития транспортной сети. Для решение данной оптимизационной задачи необходимо решить подзадачу нахождения максимального потока в графе для каждого возможного набора параметров транспортной сети и затем методом динамического программирования найти оптимальную последовательность развития пропускных способностей рёбер.

Была выполнена последовательная реализация описанного алгоритма на основе библиотеки GLPK для решения подзадач линейного программирования симплекс-методом. Проведённый численный эксперимент и аналитические оценки сложности алгоритма показывают, что время решения задачи оптимизации растёт экспоненциально. Предлагается параллельный алгоритм, который основан на распределении подзадач нахождения максимального потока по процессам. Обмен между данными процессами реализован с помощью интерфейса MPI. Распределение подзадач производит мастер-процесс методом динамической балансировки нагрузки. Рассмотрена возможность использования гибридной архитектуры BlueGene/P для ускорения вычислений симплекс-метода на основе автораспараллеливания компилятора. Проведённый численный эксперимент показал, что механизм автораспараллеливания компилятора позволяет сократить время решения задачи до 1.5 раз при использовании четырёх ядер.

Исследование эффективности параллельного алгоритма на суперкомпьютерах BlueGene/P и СКИФ-МГУ показывает, что наиболее высокая эффективность использования процессоров достигается при минимальном времени выполнения последовательной части алгоритма, которая отвечает за нахождение оптимальной последовательности. Это происходит в случае, если размер графа транспортной сети достаточно большой по сравнению с числом моментов времени. Поэтому масштабируемость алгоритма оказывается достаточно высокой для транспортных сетей с числом рёбер более  $10^4$ , развитие которой необходимо оптимизировать в течении 10 и более моментов времени.

## Литература

1. А.В. Жарков, Д.Г. Пивовартчук. Разработка и исследование параллельного алгоритма решения задачи оптимизации развития инфраструктуры типа поставщик-потребитель // Труды Пятой Международной конференции «Параллельные вычисления и задачи управления» РАСО'2010. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,--2010,--С. 433-446