

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
ученой степени кандидата физико-математических наук Мукосея
Анатолия Викторовича на тему: «Алгоритмы выбора узлов и
построения таблиц маршрутов для высокоскоростной сети с топологией
«многомерный тор» по специальности 2.3.5 – «Математическое и
программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и
компьютерных сетей»

Актуальность избранной темы

Данная диссертационная работа посвящена разработке методов улучшения эксплуатационных характеристик суперкомпьютеров на основе отечественной коммуникационной сети Ангара с топологией многомерный тор (до 4х измерений). Одной из важнейших эксплуатационных характеристик суперкомпьютера является утилизация вычислительных ресурсов. Эта характеристика зависит, в частности, от возможностей коммуникационной сети по выбору достижимого множества узлов для заданий пользователей. Повышение утилизации суперкомпьютера позволяет увеличить количество задач, решаемых на суперкомпьютере, а также сократить затраты на обслуживание, поэтому данная работа является актуальной.

Понятие «достижимость множества узлов» связано с маршрутизацией в сети. В данной работе рассматривается детерминированная маршрутизация. Особенности реализации детерминированной маршрутизации в сети Ангара, которая является расширением маршрутизации в сетях IBM Blue Gene, исключают универсальные подходы для задач анализа маршрутов в сети. Для детерминированной маршрутизации сетей IBM Blue Gene в настоящее время нет информации о методах анализа маршрутов, поэтому разработка таких методов, которая проводится в диссертационной работе, является актуальной как с теоретической точки зрения, так и позиций импортозамещения.

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Во введении автор обосновывает актуальность диссертационной работы научную новизну, теоретическую и практическую значимость, приводит поставленные цель и задачи. Также представлена информация об апробации основных результатов и публикациях.

В первой главе представлен обзор литературы по теме исследования. В первой части обзора рассматриваются высокоскоростные сети с топологией «многомерный тор». Вторая часть обзора посвящена особенностям маршрутизации в различных коммуникационных сетях с топологией тор. В третьей части описываются инструменты, при помощи которых возможно решение задач анализа маршрутов и достижимости сети. В четвертой части проводится обзор основных подходов к разработке алгоритмов построения таблиц маршрутов. В пятой части первой главы рассматриваются алгоритмы выбора узлов в суперкомпьютерах.

Вторая глава посвящена разработке алгоритма анализа маршрутов в сети Ангара. Для этого предложен алгоритм построения маршрутного графа, который позволяет анализировать маршруты в сети с топологией тор и произвольным количеством отказавших каналов связи в исследуемой сети. Необходимо отметить, что детерминированная маршрутизация сети Ангара допускает дедлоки, а разработанный алгоритм построения маршрутного графа позволяет избегать возникновения дедлоков в сети. В работе на основе обхода маршрутного графа предложен полиномиальный алгоритм определения достижимости выбранного множества узлов в сети.

В третьей главе рассматривается проблема построения таблицы маршрутов для решения задачи балансировки трафика. Для решения данной задачи в диссертационной работе предложены два алгоритма. Первый алгоритм строит маршруты при помощи обхода маршрутного графа вширь.

Второй алгоритм основан на применении генетического алгоритма поиска решения.

Четвертая глава посвящена задаче выбора множества узлов требуемого размера в исследуемой сети для пользовательского задания. При этом должны выполняться условия достижимости выбранного множества узлов и отсутствия пересечения трафика с другими заданиями в сети. Автор предлагает два алгоритма выбора узлов, в каждом из которых используется алгоритм проверки достижимости, предложенный во второй главе. Для увеличения уровня утилизации суперкомпьютера автор в качестве одного из критериев оценки множества узлов рассматривает оценку фрагментированности сети после выбора рассматриваемого множества узлов.

В пятой главе проведено сравнительное исследование отказоустойчивости сети с различными вариантами маршрутизации. Во второй части проведено сравнение алгоритмов построения таблиц маршрутов по критерию оценки построенных таблиц маршрутов и по времени работы. В третьей части описывается разработанная автором имитационная модель суперкомпьютера, которая затем используется для исследования разработанных алгоритмов выбора узлов на различных сетях и очередях заданий. В четвертой части пятой главы проведено сравнение разработанного алгоритма выбора узлов и базового алгоритма, который изначально работал на суперкомпьютерах с сетью Ангара. В заключительной части представлено исследование утилизации вычислительных систем при использовании разработанных алгоритмов на реальном суперкомпьютере и на имитационной модели сети.

В заключении диссертационной работы формулируются ее основные результаты.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Автор методично рассматривает задачи проверки достижимости сети, построения таблиц маршрутов и выбора узлов. Для каждой из задач проведено экспериментальное исследование. Проведено общее исследование утилизации суперкомпьютеров при помощи имитационного моделирования на большом числе сетей с различными топологиями. Разработанное автором программное дополнение к менеджеру вычислительных ресурсов Slurm внедрено на суперкомпьютерах с сетью Ангара. Также присутствует эксперимент на реальном суперкомпьютере, подтверждающий полученные результаты. В работе проводится сравнение с разработанными ранее алгоритмами, что повышает достоверность результатов. Все эксперименты подробно описаны. Основные публикации работы опубликованы в рецензируемых научных журналах, проходили этапы рецензирования и оценки специалистами. Тем самым можно сделать вывод о том, что сформулированные в диссертации научные положения и выводы достоверны и обоснованы.

Научная новизна диссертации определяется тем, что впервые для сети Ангара предложены инструмент для анализа маршрутов с учетом особенностей маршрутизации, алгоритмы определения достижимости множества узлов, построения таблиц маршрутов и выбора множества узлов, которые позволяют учитывать возможные отказы узлов и каналов связи. При этом в алгоритме выбора вычислительных узлов происходит вызов алгоритма проверки достижимости множества, являющегося потенциальным решением. Таким образом, на уровне управления ресурсами суперкомпьютера учитываются аппаратные возможности маршрутизации сети Ангара и тем самым значительно расширяются возможности выбора узлов в сети.

Замечания

1. Исследование алгоритмов выбора множества узлов и утилизации суперкомпьютеров проведено в условиях отсутствия отказавших узлов и каналов связи.
2. Автор указывает, что исследование влияния качества построенных таблиц маршрутов (т.е. качества результата работы алгоритма маршрутизации, измеряемого специальными метриками) на производительность суперкомпьютера при решении различных задач не входило в задачи диссертации, однако интересно было бы провести данное исследование.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленными Московским государственным университетом им. М. В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

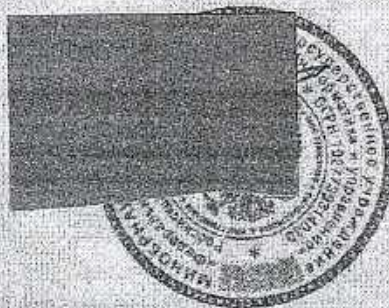
Таким образом, соискатель Мукосей Анатолий Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.5 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук, доцент, член-корр. РАН,

заместитель директора по научной работе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук»

Посыпкин Михаил Анатольевич



14.12.2023

Контактные данные:

e-mail: MPosypkin@freesc.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 01.01.09 – Дискретная математика и математическая кибернетика

Адрес места работы:

119333, Москва, Вавилова, д.44, кор.2

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук»

Тел.: +7 (499) 978-13-14; e-mail: freesc@freesc.ru