

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
(МФТИ, Физтех)

Юридический адрес: 117303, г. Москва,
ул. Керченская, дом 1А, корпус 1
Почтовый адрес: 141700, Московская обл.,
г. Долгопрудный, Институтский переулок, дом 9
Тел.: +7 (495) 408-42-54, факс: +7 (495) 408-68-69
info@mipt.ru

03.10.2024 № 26-05/8348

на №

от

УТВЕРЖДАЮ



Циректор по научной работе

Баган Виталий
Анатольевич

2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Хаммуд Обадах
«Модели и алгоритмы автономного распределения данных и управления
доступом на базе смарт-контрактов», представленную на соискание учёной
степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный
анализ, управление и обработка информации, статистика.

Актуальность темы диссертации

Технология распределённых реестров (блокчейн) считается относительно новой технологией, которая набирает популярность в последние несколько лет. Одним из основных преимуществ блокчейна является гарантия неизменности хранящихся в нём данных, а также полное соглашение о их корректности между всеми пользователями. Эти преимущества обеспечиваются применением дерева Меркля и поддержкой алгоритмов консенсуса. Однако возможности хранения данных в блокчейн ограничены, поскольку одни и те же данные реплицируются по всем узлам блокчейна. Этот недостаток делает данную технологию непригодной для хранения больших файлов. В последние годы в научной литературе активно развивается концепция гибридных сетей, в которых блокчейн может быть интегрирован с локальными системами хранения объектов.

К примеру, IPFS считается одной из наиболее используемых систем для организации распределённого хранения файлов. Однако IPFS использует торрент-подобную модель хранения, которая не гарантирует доступности файлов. Следовательно, не может быть применена при построении информационных систем, к которым предъявляются высокие требования по надёжности. Не существует системного научного подхода, который решал бы

проблему избыточности данных при этом сохраняя показатели надежности и возможности масштабирования систем на уровне сравнимым с системами традиционной архитектуры.

Работа Хаммуда Обадаха предлагает ряд моделей и алгоритмов, которые обеспечивают балансировку нагрузки на основе блокчейна, и направлены на создание надежной децентрализованной системы хранения без избыточного дублирования файлов.

Научная новизна работы

- Предложены модель распределения данных и оперирующие этой моделью 4 алгоритма балансировки нагрузки, которые минимизируют избыточность данных и отличаются от известных тем, что гарантируют справедливое распределение данных между узлами, а также обеспечивают возможность автоматического восстановления данных на узлах за счет того, что сочетают метод стирающего кодирования, распределение по виртуальным кластерам и реализацию алгоритмов балансировки в среде смарт-контрактов в автономном режиме.
- Предложены новая модель и алгоритмы управления доступом в распределенной системе, базирующиеся на известной DAC и RBAC моделях, которые в отличие от известных моделей разграничения доступа минимизируют необходимое пространство для хранения на балансировщике нагрузки и распределяют данные по узлам таким образом, чтобы поддерживать увеличение количества узлов и хранящихся в системе объектов на основе копирования.
- Предложена новая модель оценки надежности распределенных систем, основанная на модели оценки надежности для RAID и отличающийся от известных тем, что учитывает возможность восстановления потерянных данных на существующих узлах на основе информации о свободной памяти на узлах, количестве узлов и времени восстановления данных в системе.

Практическая значимость работы

Управление данными в децентрализованных системах считается важной, но сложной в реализации задачей. Она имеет ряд ограничений, связанных с высокой стоимостью и сложностью внедрения такого класса систем. Из-за этого многие организации и компании используют решения, предлагаемые крупными технологическими компаниями, такими как Amazon AWS и Microsoft Azure. Реализация результатов исследования, проведенного Хаммудом Обадахом, может предоставить альтернативу, которая позволяет с надежностью не хуже, чем в информационных системах с централизованной архитектурой частично избежать дублирования данных и минимизировать размер данных в блокчейн, что положительно сказывается на производительности и стоимости внедрения такого класса систем. Модель и алгоритмы распределения данных вместе с моделью и алгоритмами контроля доступа и управления метаданными могут использоваться организациями и крупными компаниями для задач хранения различных типов файлов, а также могут быть использованы в качестве основы

для надежной и экономически выгодной облачной системы хранения данных для государственных информационных систем.

Достоверность

Работа подкреплена экспериментами, которые показывают, при каких условиях предлагаемые модели и алгоритмы показывают ожидаемые результаты. В части расчета надежности в исследовании проводится моделирование поведения систем с разной архитектурой, что обосновывает высокие показатели надежности системы на базе предложенных моделей и алгоритмов. Результаты этих экспериментов были опубликованы в высокорейтинговых журналах и международных конференциях. Учитывая все это, проведенные исследования, включая модели, алгоритмы и эксперименты диссертационной работы, можно считать достоверными.

Оценка структуры и содержание работы

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка из 136 наименований и представлена на 146 страницах, включая 43 рисунков, 16 таблиц.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи, охарактеризована научная новизна, практическая значимость результатов и изложены положения, выносимые на защиту.

В первой главе Проведен анализ существующих проектов и научных подходов в области распределения данных. Анализ учитывал набор параметров для оценки системы распределения, такие как равномерность распределения данных по узлам, объем свободного места, доступного для хранения объектов в системе, надежность системы и т.д. Анализ включает распределенные системы хранения и децентрализованные системы контроля доступа на основе блокчейна.

Во второй главе Хаммуд Обадах представил модель распределения данных и алгоритмы, которые обеспечивают автоматическую балансировку блоков данных по узлам произвольного размера. Представленные алгоритмы рассматривают набор условий и требований для восстановления потерянных данных с размером избыточности 50% от исходного размера данных. В целях предотвращения снижения надежности системы, Хаммуд Обада представил модель и набор алгоритмов для управления метаданными и контролем доступа, реализация которых позволяет осуществлять распределенное управление метаданными и контролировать доступ в среде с нулевым доверием с помощью метода копирования данных на стороне пользователей. Проверка запросов основана на доказательстве дерева Меркла вместе с идентификацией аккаунтов в среде блокчейн.

В третьей главе Хаммуд Обадах представил новую модель для расчета надежности распределенной системы. Эта модель отличается от классических тем, что учитывает возможность восстановления данных потерянных узлов на других существующих узлах системы. Для этого был определен параметр MPRC, который представляет собой максимальное количество восстановлений, которые

может выполнить система, пока не закончится свободное место или не останется достаточно узлов

В четвертой главе Хаммуд Обадах представил ряд практических экспериментов и провел математическое моделирование для оценки полученных результатов реализации моделей и алгоритмов, а также обоснования их применения. В главе представлены ограничения и условия, при которых модели и алгоритмы распределения данных показывают наилучшие результаты.

Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации.

Замечания по работе:

Есть ряд замечаний по предлагаемой работе, которые не снижают её научной значимости:

1. Ограничение модели распределения данных, которое предполагает заранее известный фиксированный размер виртуальных дисков, может стать существенной проблемой при внедрении информационной системы на базе данных моделей.
2. Рекомендуются для оценки адекватности моделей и алгоритмов провести стресс-тестирование реализованной на их базе архитектуры, чтобы проверить возможности обработки большого количества одновременных запросов в сравнении с аналогичными системами.
3. В диссертации при обсуждении модели распределения данных упомянуто, что виртуальные диски должны иметь фиксированный размер, который не должен быть слишком большим или слишком маленьким. Однако это ограничение не имеет четкой математической постановки.

Заключение

Диссертационная работа Хаммуда Обадах соответствует паспорту специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а именно:

II5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

II9. Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов.

III1. Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества, надежности функционирования сложных систем управления и их элементов.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой, на основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований, приведено решение актуальной научной и практической задачи распределения данных на базе смарт-контрактов. Диссертационная работа «Модели и алгоритмы автономного распределения данных и управления доступом на базе смарт-контрактов», представленная на соискание ученой

степени кандидата технических наук, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС».

Отзыв на диссертацию обсуждён и одобрен на расширенном научном семинаре кафедры когнитивных технологий МФТИ, Физтех «26» сентября 2024 г., протокол № 9.1.

Доктор тех. наук, профессор



Арлазаров Владимир Львович

Почтовый адрес: 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9

Телефон: 7 (495) 408-42-54

Адрес электронной почты: arlazarov.vl@mipt.ru

Организация – место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», кафедра когнитивных технологий

Должность: заведующий

Web-сайт организации: <https://mipt.ru>