

УДК 004.7

Проблемы обеспечения надежности и безопасности репликаций в маршрут-нестабильных сетях

О.А.Р. Аль Мусави, О.Я. Кравец*

Воронежский государственный технический университет, ул. 20 лет Октября,
84, Воронеж, 394006, Россия

*E-mail: csit@bk.ru

Аннотация. Маршрут-нестабильные сети (RunsNets) — это облачные сети, устойчивые к задержкам (DTN), в которых отсутствуют сквозные пути между узлами. RunsNets может, среди прочих вариантов, состоять из мобильных устройств, взаимодействующих через облачные приложения. Такая сеть имеет высокую мобильность, что приводит к ненадежной связи между узлами. Операции среды DTN и RunsNets децентрализованы, и узлы имеют существенные ограничения ресурсов. Среди прочего, актуальными являются накладные расходы на ретрансляцию и хранение, поскольку сети зависят от маршрутизации хранения, переноса и пересылки.

Ключевые слова: маршрут-нестабильные сети, облачный сервис, стабильность, облачные приложения

Problems of ensuring the reliability and security of replication in route-unstable networks

O.A.R. Al Musawi, O.Ja. Kravets*

Voronezh State Technical University, 84, 20 let Oktyabrya str., Voronezh, 394006,
Russia

*E-mail: csit@bk.ru

Abstract. Route-unstable networks (Runsnets) are cloud networks that are resistant to delays (DTN), in which there are no end-to-end paths between nodes. RunsNets can, among other options, consist of mobile devices interacting through cloud applications. Such a network has high mobility, which leads to unreliable communication between nodes. The operations of the DTN and RunsNets environments are decentralized, and nodes have significant resource constraints. Among other things, the overhead costs of retransmission and storage are relevant, since networks depend on the routing of storage, transfer and forwarding.

Keywords: route-unstable networks, cloud service, stability, cloud applications

1. Введение

Маршрут-нестабильные сети (RunsNets) — это облачные сети, устойчивые к задержкам (DTN), в которых отсутствуют сквозные пути между узлами. RunsNets может, среди прочих вариантов, состоять из мобильных устройств [1], взаимодействующих через облачные приложения. Такая сеть имеет высокую мобильность, что приводит к ненадежной связи между узлами. Операции среды DTN и RunsNets децентрализованы, и узлы имеют существенные ограничения ресурсов. Среди прочего, актуальными являются накладные расходы на ретрансляцию и хранение, поскольку сети зависят от маршрутизации хранения, переноса и пересылки.

Однако из-за потенциального отсутствия достаточных ресурсов исходные узлы ретрансляции должны контролировать передачу сообщений при поиске места назначения. Один из способов это сделать - ограничить максимальное количество переходов в пути, по которому сообщение проходит по сети. Требуется схема маршрутизации, которая ограничила бы путь сообщения максимальным числом переходов, точнее - оптимальным пределом перехода по пути. Но определение оптимальных переходов пути не является ни простым, ни выполнимым. Там, где большое количество переходов приводит к увеличению накладных расходов репликации, это также увеличивает вероятность нахождения места назначения сообщения. Таким образом, уменьшение маршрута репликации за счет сокращения числа переходов приводит к потере доставки или по крайней мере, доставке сообщения с большой задержкой.

2. Цель исследования

Целью исследования является исследование проблем обеспечения надежности и безопасности репликаций в маршрут-нестабильных сетях.

2.1. Мобильность и граф топологии сети

В [2] установлено, что для повышения производительности маршрутизации можно использовать как мобильность, так и граф топологии сети. В частности, в средах RunsNet для преодоления проблем с мобильностью сообщения маршрутизируются от одного перехода к другому на основе дополнительной информации о пути. Отправитель распространяет свое сообщение, реплицируя его на узлы ретрансляции для дополнительных маршрутов или путей между источником и получателем. Большинство алгоритмов репликации сообщений для RunsNets обычно сохраняют несколько копий

сообщения на разных узлах. Эти копии сообщений пытаются увеличить коэффициент доставки сообщений, но эта дополнительная репликация приводит к значительному потреблению производительности, что сокращает срок службы устройств с автономным питанием, образующих сеть RunsNet. Простейшим протоколом маршрутизации является Epidemic [3], который отправляет сообщения на все встречающиеся узлы. Поэтому для доставки сообщений Epidemic занимает больше пропускной способности системы, а также буферного пространства и ресурсов каждого узла, чем это необходимо.

В работе вводится Оптимальная репликация, основанная на оптимальных переходах пути (ОРООПП), модель, которая интегрирует оптимальную вероятность доставки, основанную на моделировании цепи Маркова, в сочетании с оптимальными переходами пути, основанными на определении Оптимального пути всех переходов (ОПВП) [4]. Модель направлена на определение правила копирования сообщений в сети. Чтобы оптимизировать распределение сообщений в сети, ОРООПП минимизирует количество копий сообщений на основе оптимальных переходов по пути для всенаправленного посещения пути/маршрута.

2.2. Оптимальная репликация, основанная на оптимальных переходах пути

Для обеспечения оптимальности ОРООПП делаются следующие предположения.

Экспоненциальное распределение времени между контактами или, по крайней мере, распределение с экспоненциальным хвостом.

Независимое и одинаково распределенное движение всех узлов в сети.

Обнаружение оптимального пути и посещения на основе всех путей всех узлов.

3. Методы и материалы исследования

ОРООПП отличается от существующих алгоритмов оппортунистической репликации следующими основными целями. Моделируется динамика распространения сообщения на основе мобильности и путей. Подход рассматривает роль состояний посещенных узлов с использованием цепей Маркова и сетевых графов. Оптимальный маршрут основан на формулировке ОПВП в системе.

Подход обеспечивает методологические основы для изучения различных механизмов контроля и пороговых значений репликации сообщений.

Оптимальность модели учитывает неориентированные пути, когда она реплицируется на основе вероятности. Кроме того, он учитывает направленные пути, применяя правила ОПВП или остановки для оптимальной репликации.

Цель ОРООПП заключается в следующем: при некоторых ограничениях на оптимальное число репликации для каждого сообщения правило репликации ОРООПП повышает эффективность распределения ресурсов за счет уменьшения накладных расходов на доставку всех сообщений. Основываясь на формулировке ОПВП, одна из концепций ОРООПП заключается в использовании задачи оптимального правила остановки для моделирования репликации каждого сообщения.

4. Полученные результаты

При разработке структуры рассматривается сетевая модель, состоящая из модели цепи Маркова Обыкновенного дифференциального уравнения (ОДУ), формулировки задачи оптимального пути всех переходов (АХОП) сетевого графа и политик репликации и удаления для управления буфером. Рамочная модель предполагает, что в любое время, когда устанавливается новое соединение между узлами, возникает проблема распределения ресурсов, когда узлы RunsNet страдают от ограниченных ресурсов, таких как пропускная способность и хранение. Эта проблема распределения ресурсов наследуется проблемой репликации, когда, если узел имеет сообщения в своем буфере, он должен решить, подходит ли обнаруженный узел в качестве следующего перехода в соответствии с выбранным протоколом маршрутизации. Кроме того, узел не знает, продлится ли соединение достаточно долго, чтобы передать все сообщения, выбранные протоколом маршрутизации. И если этого недостаточно, необходимо найти решение проблемы, связанной с порядком сообщений, поскольку планирование сообщений важно для повышения общей вероятности доставки в сети.

Основной целью фреймворка ОРООПП является максимизация коэффициента доставки сети. Поэтому ОРООПП принимает решение о репликации, используя локальную информацию и оптимальные переходы сетевого графа. Предлагаемый оптимальный порог управления репликацией может быть вычислен с помощью функции, которая оценивает полезность каждого сообщения и узла в сети. Предлагаемая оптимальная стратегия репликации использует это полезное значение сообщений и узлов для принятия решения о репликации сообщений. Кроме того, утилиты сообщений используются для выбора сообщения, которое должно быть удалено, когда в буфере узла не осталось места. Одним из основных вопросов является оценка соотношения между посещенными и общими узлами, ведь поиск глобального количества копий сообщений в сети является сложной задачей. Имея локальную информацию о каждом узле,

получаемую через входящие сообщения, мы можем оценить количество копий сообщений в сети в каждый момент времени.

5. Выводы

В статье рассматривается распространение как функция оптимальных переходов пути для получения вероятности оптимальной доставки сообщений при различных режимах управления буфером. Эта проблема решается комбинацией аппроксимацию обыкновенного дифференциального уравнения и оптимального пути всех переходов. Предлагаемый алгоритм построен на основе аналитических исследований, которые рассматривают оптимальность загрузки как функцию оптимальных путей передачи. Это означает, что основная загрузка может контролироваться специальным сообщением, направленным к месту назначения. Численные результаты показывают, что оптимальное посещение узла или репликация сообщений - это квадрат оптимальных переходов для достижения лучшей производительности. Для будущей работы предлагается расширить исследование, чтобы рассмотреть временные параметры сообщений, такие как буферное время, для минимизации задержки распространения.

Список литературы

1. Аль Мусави, О.А.Р. Повышение безопасности и оптимизация репликаций, основанные на оптимальных маршрутах для облачных маршрут-нестабильных сетей / О.А.Р. Аль Мусави, О.Я. Кравец // Системы управления и информационные технологии. – 2021. – №2(84). – С. 69-74.
2. Ippisch, A. Infrastructure mode based opportunistic networks on android devices / A. Ippisch, K. Graffi // 2017 IEEE 31st Int. Conf. on Advanced Information Networking and Applications (AINA). – 2017. – Pp. 454-461.
3. Gurerin, R. Computing shortest paths for any number of hops/ R. Gurerin, A. Orda // IEEE/ACM Trans. Netw. – 2002. – 10(5). – Pp. 613-620.
4. Groeneveld, R. The Message Delay in Mobile Ad Hoc Networks / R. Groeneveld, P. Nain, G. Koole // Performance Evaluation. – 2005. – 62(1). – Pp. 210-228.