

И.С. Шетько, магистрант (БГТУ, г. Минск)
И.О. Оробей, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)
А.М. Алексеюк, магистрант (БГТУ, г. Минск)

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ПРОТОКОЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ: МНОГОСЛОЙНАЯ АДАПТАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ

Современные сети передачи данных становятся всё более сложными и динамичными, требуя от протоколов гибкости и способности адаптироваться к изменяющимся условиям. Рост объёмов информации, обмен которой происходит между устройствами и системами, а также разнообразие типов данных создают дополнительные вызовы для обеспечения надёжности, скорости и эффективности передачи. Применение статических параметров передачи, таких как фиксированный размер пакетов или частота отправки, не всегда может обеспечить оптимальное использование сетевых ресурсов и соблюдение требований к качеству обслуживания (“QoS”) [1].

В условиях высокой нагрузки или нестабильной пропускной способности сети требуется подход, который позволяет изменять параметры передачи в реальном времени. Один из ключевых аспектов – это адаптация размера пакетов и частоты передачи в зависимости от состояния сети, что позволяет минимизировать потери данных, избегать перегрузок и поддерживать стабильное соединение. Также важным элементом является режим приоритизации, который обеспечивает оптимальное распределение ресурсов между критически важными и вспомогательными сообщениями, что особенно актуально для промышленных приложений и систем реального времени.

В статье рассматриваются основные принципы и алгоритмы, которые позволяют реализовать данный функционал, а также преимущества в контексте передачи данных для измерительных систем в “BLE”-сети.

Одним из ключевых элементов адаптивного протокола является возможность динамического изменения размера пакетов и частоты передачи данных в зависимости от состояния сети. Эта функция позволяет минимизировать задержки, снизить вероятность потерь данных и повысить общую эффективность передачи, адаптируя протокол под текущие условия сети и требования конкретного устройства или приложения.

Для передачи данных выбор оптимального размера пакетов играет ключевую роль, так как размер пакета влияет на:

- скорость передачи: большие пакеты могут содержать больше данных, что уменьшает количество пакетов и повышает общую пропускную способность;

- надежность передачи: при ухудшении качества сигнала, например, в условиях высокого уровня помех, большие пакеты более подвержены потере или искажению данных. В таких случаях более мелкие пакеты будут предпочтительнее, так как при ошибке потребуется повторно отправлять меньший объём информации;

- энергоэффективность: оптимизация размера пакетов позволяет снизить количество операций передачи и подтверждения пакетов, что положительно сказывается на энергопотреблении.

Для адаптивного изменения размера пакетов и частоты передачи данных можно использовать алгоритм, который будет принимать решения на основе оценки текущего качества канала и интенсивности трафика. Например, алгоритм может использовать метрики, такие как:

- “RSSI” (“Received Signal Strength Indicator”): индикатор силы сигнала, позволяющий оценить текущее качество связи [2];

- Потери пакетов: процент потерянных пакетов позволяет определить, стабильна ли связь, и корректировать размер пакетов, уменьшая его при ухудшении соединения;

- Задержка и время подтверждения: если время подтверждения пакетов (“ACK”) увеличивается, это может указывать на ухудшение сети, что потребует уменьшения размера пакетов.

Алгоритм может работать следующим образом:

- Инициализация параметров: в начале соединения протокол устанавливает средний размер пакета и начальную частоту передачи, исходя из предполагаемой нагрузки и начального качества соединения;

- Мониторинг состояния сети: на протяжении соединения протокол отслеживает “RSSI”, уровень потерь и задержку пакетов;

- Изменение размера пакетов и частоты передачи данных: если показатели сети ухудшаются, размер пакета и частота уменьшаются для увеличения вероятности успешной передачи; при улучшении условий связи размер пакета и частоту можно увеличить для повышения эффективности передачи;

- Динамическая адаптация: если приложение требует повышенной частоты обновлений (например, при возникновении важных событий), протокол временно увеличивает частоту передачи. Когда такая потребность отпадает, частота возвращается к стандартному уровню.

Для обеспечения надёжной и быстрой передачи информации в измерительных системах, особенно в условиях ограниченных ресурсов,

необходимо предусмотреть механизм приоритизации данных. Это позволит ускорить передачу критически важных сообщений, минимизировать задержки для основных данных и оптимизировать использование сетевых ресурсов.

Приоритизация данных позволяет распределять доступные ресурсы передачи таким образом, чтобы критически важные данные обрабатывались и отправлялись в первую очередь, тогда как вспомогательные сообщения или данные с низким приоритетом передаются по мере освобождения канала. Основные преимущества такого подхода:

- Минимизация задержек для критичных данных: высокая приоритетность важных сообщений позволяет уменьшить время их доставки;
- Эффективное использование сетевого канала: распределение ресурсов в зависимости от важности данных позволяет снизить вероятность перегрузки канала низкоприоритетными сообщениями;
- Обеспечение устойчивости и надежности: при возникновении проблем в сети (помехи, высокая загруженность) протокол приоритизирует важные данные, что повышает надежность передачи.

Для реализации эффективной приоритизации все передаваемые данные можно разделить на несколько классов по уровню важности:

1. Высокоприоритетные сообщения: критически важные данные, такие как данные о состоянии устройства, аварийные сигналы, или обновления параметров, которые должны быть переданы с минимальными задержками;
2. Среднеприоритетные данные: данные, которые важны для работы системы, но допускают небольшие задержки. К этому классу могут относиться обновления состояния параметров, данные мониторинга в режиме реального времени и периодические отчеты;
3. Низкоприоритетные данные: вспомогательные данные, которые не критичны для работы системы и могут передаваться с существенными задержками. Это могут быть, например, служебные данные, диагностические отчеты, статистика и отладочная информация.

Для реализации системы приоритизации в адаптивном протоколе предлагается следующая структура передачи данных:

1. Буферизация сообщений по приоритетам: протокол должен иметь буфер, в котором данные сортируются в зависимости от их приоритетного уровня. Высокоприоритетные сообщения находятся в начале очереди и передаются в первую очередь;
2. Динамическое управление очередью передачи: при формировании очереди передачи система проверяет наличие сообщений более

высокого приоритета и отдает им предпочтение. Сообщения с низким приоритетом передаются только при отсутствии более важных данных;

3. Адаптивное распределение ресурсов: в зависимости от состояния сети, протокол может динамически изменять количество передаваемых данных каждого приоритетного уровня. Например, при высокой загрузке сети может быть временно приостановлена передача низкоприоритетных данных;

4. Механизм прерывания передачи: если в процессе передачи низкоприоритетного сообщения поступает важное сообщение, протокол прерывает передачу текущего пакета и переключается на высокоприоритетное сообщение.

Предложенные методы и механизмы позволяют не только эффективно распределять сетевые ресурсы, но и адаптироваться к динамическим условиям, минимизируя потери данных и задержки. Это особенно важно в современных сетях, обслуживающих промышленные системы, «Интернет вещей» и телекоммуникации, где гибкость и надежность становятся ключевыми факторами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марат, Сети для самых матерых. Часть пятнадцатая. QoS (2018) <https://habr.com/ru/articles/420525/>

2. Mohammad Afaneh, Intro to Bluetooth Low Energy: The easiest way to learn BLE (2018), <https://novelbits.io/intro-bluetooth-low-energy-version-2/>

УДК 004.6

А.А. Королёв, ст. преп. (БГТУ, г. Минск)
Т.П. Фокин, преп.-стажёр (БГТУ, г. Минск)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОНЯТИЙ BIG DATA И SMART DATA

В промышленной и информационной индустрии данные играют центральную роль. С развитием более быстрых сетей, более широкого пространства для хранения и новых сенсорных технологий компании получают доступ к все большим объемам информации. Иногда даже слишком большим.

Увеличение такого масштаба может оказаться слишком большой проблемой для управления. Отсюда растущая потребность в фильтрации этого огромного объема доступной информации для получения ценных, умных и полезных данных. Это главное различие между Big Data (большими данными) и Smart Data (умными данными).