

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202390910**

(13) **A2**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.06.30

(51) Int. Cl. **H04L 12/12 (2006.01)**
H04L 12/833 (2013.01)
H04L 29/06 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.04.16

(54) **ГИБКОЕ КОНФИГУРИРОВАНИЕ СЕТИ ДЛЯ ТРАФИКА, ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО К ВРЕМЕНИ**

(31) **15/583,149**

(72) Изобретатель:

(32) **2017.05.01**

**Франжье Тони, Бернер Эндрю
Уилльям, Буш Стивен Фрэнсис,
Штаудингер Винсент (US)**

(33) **US**

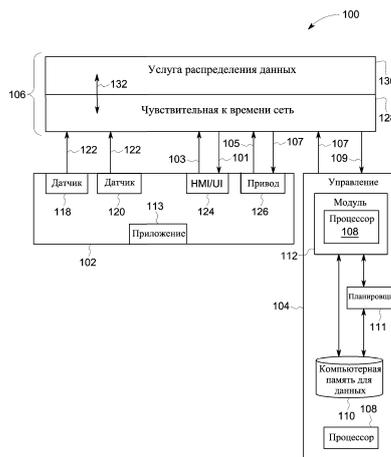
(62) **201890745; 2018.04.16**

(71) Заявитель:
**ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ
(US)**

(74) Представитель:

**Билык А.В., Поликарпов А.В.,
Соколова М.В., Дмитриев А.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Бучака С.М., Бельтюкова М.В.
(RU)**

(57) Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения предлагаются система и способ, включающие прием данных конфигурации из модуля конфигурации сети в сетевом драйвере сети связи; конфигурирование сетевого драйвера на основе принятых данных конфигурации; прием одного или более пакетов данных в сетевом драйвере из приложения; определение наличия одного или более признаков разделения в пакете данных на основе принятых данных конфигурации; передачу одного или более пакетов данных на основе одного или более признаков разделения и управление одной или более операциями установленного изделия на основе переданных одного или более пакетов данных. Кроме того, предлагается ряд других аспектов.



A2

202390910

202390910

A2

ГИБКОЕ КОНФИГУРИРОВАНИЕ СЕТИ ДЛЯ ТРАФИКА, ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО К ВРЕМЕНИ

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0001] Промышленное оборудование или промышленные объекты обычно разрабатываются для выполнения конкретных задач, осуществляющих фазы производственных процессов. Например, промышленные объекты могут включать, помимо прочего и без ограничения приведенными примерами, производственное оборудование поточной линии, авиационные двигатели, ветротурбины, которые генерируют электроэнергию на ветровых электростанциях, энергетические установки, локомотивы, медицинские или визуализирующие устройства (например, рентгеновские аппараты или системы МРТ), хирургические комплекты для ухода за больными или буровое оборудование для добычи полезных ископаемых. При конструировании и реализации этих объектов часто принимаются во внимание как физические аспекты поставленной задачи, так и среда, в которой такие объекты настраиваются для функционирования, а также конкретные функции оперативного управления, для которых предназначаются эти системы. Системы управления различных типов обмениваются данными между различными датчиками, устройствами, пользовательскими интерфейсами и т.д. для того, чтобы обеспечить выполнение операций управления другими механизированными системами.

[0002] Функционирование таких механизированных систем может основываться на своевременной и безошибочной доставке данных между различными устройствами. Сбой при доставке некоторых данных к заданному моменту времени или в течение заданного интервала времени может привести к отказу механизированной системы, что может вызвать катастрофические последствия. Например, сбой при передаче данных датчика в систему управления локомотива или железнодорожного состава может привести к несвоевременному торможению локомотива или железнодорожного состава, в результате чего может произойти столкновение. В качестве другого примера можно привести сбой при доставке данных датчика в систему управления хирургическим комплектом, что может привести к задержке неотложных действий по жизнеобеспечению. Другие системы управления могут не предпринять требуемые защитные меры для устранения повреждения или неисправности систем или другого оборудования, если данные не предоставляются в заданное время или в течение заданного промежутка времени. Без своевременной информации системы управления с обратной связью не могут обеспечивать должную производительность и стабильность.

[0003] Некоторые системы для передачи данных могут использовать чувствительную к времени сеть (TSN, Time Sensitive Network). Связь в пределах сети TSN может планироваться с использованием единственного устройства (например, системы автономного планирования), что предполагает наличие фиксированных, неизменных маршрутов через сетевые узлы между устройствами связи. TSN может также принимать данные, не чувствительные к времени, например, в процессе связи с ограничением по скорости или связи “с максимально доступным качеством” (“best effort”).

[0004] Для планирования и пересылки чувствительных к времени данных используются два следующих традиционных подхода: 1. Направление сверху вниз, когда прикладной код направляет данные в различные каналы TSN на основе класса данных; и 2. Направление снизу вверх, когда в коммутатор TSN добавляется возможность углубленной проверки пакетов, и данные разделяются на основе содержимого пакетов.

[0005] Однако при использовании направления сверху вниз полностью переписывается раздел сетевого взаимодействия приложения, что может оказаться нежелательным, при этом составление корректного маршрута входит в обязанности разработчика приложения. При направлении снизу вверх пространство решений может ограничиваться только коммутаторами, обладающими возможностью углубленной проверки пакетов.

[0006] В связи с этим желательно предложить системы и способы для улучшения потока трафика связи через сеть TSN с целью оптимизации оперативного управления механизированной системой.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

[0007] Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения, способ включает прием данных конфигурации из модуля конфигурации сети в сетевом драйвере сети связи; конфигурирование сетевого драйвера на основе принятых данных конфигурации; прием одного или более пакетов данных в сетевом драйвере из приложения; определение наличия одного или более признаков разделения в пакете данных на основе принятых данных конфигурации; передачу одного или более пакетов данных на основе одного или более признаков разделения и управление одной или более операциями установленного изделия на основе переданных одного или более пакетов данных.

[0008] Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения система содержит установленное изделие, содержащее множество компонентов; компьютер, в котором запрограммирован модуль конфигурации сети для установленного

изделия, при этом модуль конфигурации сети предназначен для конфигурирования сети связи с целью управления операциями установленного изделия; упомянутый компьютер содержит процессор и память, взаимодействующую с процессором и хранящую упомянутый модуль конфигурации сети и дополнительные программные инструкции, при этом процессор функционирует совместно с модулем конфигурации сети и дополнительными программными инструкциями для выполнения следующих функций: прием данных конфигурации из модуля конфигурации сети в сетевом драйвере сети связи; конфигурирование сетевого драйвера на основе принятых данных конфигурации; прием одного или более пакетов данных в сетевом драйвере из приложения; определение наличия одного или более признаков разделения в пакете данных на основе принятых данных конфигурации; передача одного или более пакетов данных на основе одного или более признаков разделения и управление одной или более операциями установленного изделия на основе переданных одного или более пакетов данных.

[0009] В соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения машиночитаемый носитель информации содержит инструкции, при исполнении которых процессором компьютера он выполняет способ, включающий: прием данных конфигурации из модуля конфигурации сети в сетевом драйвере сети связи; конфигурирование сетевого драйвера на основе принятых данных конфигурации; прием одного или более пакетов данных в сетевом драйвере из приложения; определение наличия одного или более признаков разделения в одном или более пакетах данных на основе принятых данных конфигурации; передачу одного или более пакетов данных на основе одного или более признаков разделения и управление одной или более операциями установленного изделия на основе переданных одного или более пакетов данных.

[0010] Технический эффект некоторых вариантов осуществления настоящего изобретения состоит в реализации улучшенной и/или компьютеризированной технологии и системы для динамического конфигурирования сетевого драйвера и сетевого коммутатора с целью управления маршрутом чувствительных к времени данных и не чувствительных к времени данных через сеть. Варианты осуществления настоящего изобретения предусматривают расширение сетевых драйверов с использованием интерфейса конфигурации для обеспечения разделения признаков данных без необходимости переписывания приложения или добавления в маршрутизатор частного микропрограммного обеспечения. Варианты осуществления настоящего изобретения предусмотрены для конфигурирования сетевого драйвера посредством модуля конфигурации сети таким образом, чтобы не требовалось обновлять существующий

прикладной код. Варианты осуществления настоящего изобретения предусмотрены для конфигурирования коммутатора модулем конфигурации сети таким образом, чтобы сконфигурированный сетевой драйвер мог использоваться с любым готовым коммутатором, удовлетворяющим стандарту IEEE 802.1 Qbv и связанным с ним стандартам, или с любым другим подходящим коммутатором. Например, преимущество при работе в реальной среде состоит в том, что сложный код системы управления, например, используемый в воздушных судах, локомотивах и энергоустановках, не требует затратных изменений для получения выгоды от применения TSN. Другие преимущества при работе в реальной среде включают изменение классификации потока данных от приложения из области, чувствительной к времени, в область, не чувствительную к времени, без изменения исходного приложения. В качестве примера можно привести приложение, выполняющее анализ работоспособности объекта. Исходная цель анализа может состоять в контроле производительности объекта или его работоспособности. В будущем система может использовать ту же информацию для изменения способа активного управления тем же объектом на основе результатов анализа. Без изменения исходного приложения сетевой драйвер может быть сконфигурирован для включения критического в настоящий момент потока данных в область, чувствительную к времени, без каких-либо изменений программного обеспечения. Некритический ранее поток данных теперь включается в критический трафик без изменения исходного приложения. На основе этих и других преимуществ и признаков, которые впоследствии станут очевидными, суть настоящего изобретения может быть понята более полно с учетом последующего подробного описания и со ссылкой на прилагаемые чертежи.

[0011] Другие варианты осуществления настоящего изобретения связаны с системами и/или машиночитаемым носителем, на котором хранятся инструкции для выполнения любого из описываемых способов.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0012] На фиг. 1 показана система в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения.

[0013] На фиг. 2 показан алгоритм в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения.

[0014] На фиг. 3 показана блок-схема в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения.

[0015] На фиг. 4 показана блок-схема в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения.

[0016] На фиг. 5 показана таблица в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения.

[0017] На фиг. 6 показана блок-схема системы в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

[0018] Системы управления различных типов обмениваются данными между различными датчиками, устройствами, пользовательскими интерфейсами и т.д. в соответствии с инструкциями приложения для того, чтобы обеспечить выполнение операций управления механизированными системами. Функционирование таких механизированных систем может основываться на своевременной и безошибочной доставке кадров данных между различными устройствами. Сбой при доставке некоторых данных к моменту или в течение заданного времени может привести к отказу механизированной системы, что может вызвать катастрофические последствия. Без своевременной информации системы управления с обратной связью не могут обеспечивать должную производительность и стабильность. В контексте данного описания система управления с обратной связью может непрерывно принимать данные обратной связи, касающиеся состояния динамической системы, и может выдавать команды исполнительному или другому устройству для обеспечения требуемого результата в присутствии “шума” (например, любого случайного события, нарушающего работоспособность системы). Система управления с обратной связью может непрерывно принимать данные обратной связи и выполнять настройки для поддержки требуемого состояния. Согласно одному или более вариантам осуществления настоящего изобретения, работоспособность системы может зависеть от своевременного приема информации о состоянии. Если информация обратной связи о состоянии задерживается, вся система управления может перейти в нестабильное состояние и может выйти из-под контроля, что приведет к катастрофическим последствиям.

[0019] Некоторые системы могут использовать чувствительную к времени сеть (TSN) для передачи данных, связанных с конкретным приложением, используемым в системе управления. TSN может, по меньшей мере частично, определяться набором стандартов, разработанных рабочей группой по чувствительным к времени сетям (Time-Sensitive Networking Task Group) и включающих один или более стандартов IEEE 802.1.

Чувствительная к времени связь в пределах TSN может планироваться, в то время как нечувствительная к времени связь, такая как ограниченная по скорости связь и связь “с максимально доступным качеством”, может быть не планируемой (например, данные по сквозному маршруту могут передаваться без детерминированной задержки).

[0020] Обычно расширение TSN для сетевых приложений требует (1) модификации прикладного кода или (2) модификации микропрограммного обеспечения сетевого коммутатора. Однако обновление прикладного кода может оказаться нежелательным, поскольку (a) прикладной код недоступен, (b) прикладной код может быть в некоторой степени проверенным, и повторная проверка циклов управления, выполняемых приложением, может оказаться нежелательной, и/или (c) могут возникнуть проблемы сетевого планирования для разработчиков программного обеспечения и экспертов в других областях. Кроме того, модификация микропрограммного обеспечения сетевого коммутатора может оказаться нежелательной, поскольку (a) это может исключить использование готовых коммутаторов и, таким образом, ограничить выбор коммутаторов, и (b) требуются дополнительные попытки и усилия для реализации внутренних изменений в микропрограммном обеспечении коммутатора.

[0021] Согласно одному или более вариантам осуществления настоящего изобретения сетевой драйвер может быть сконфигурирован внешним модулем конфигурации сети таким образом, чтобы не требовалось обновлять прикладной код. Посредством конфигурирования сетевому драйверу можно указать способ классификации данных на основе различных правил. Сетевой драйвер затем может упаковывать данные на основе классификации и далее – передавать упакованные данные в коммутатор. Согласно одному или более вариантам осуществления коммутатор также может быть сконфигурирован модулем конфигурации сети. Посредством конфигурирования коммутатору можно указать как/когда следует передавать данные в конечный пункт назначения согласно расписанию и, по меньшей мере частично, на основе классификации данных. Согласно одному или более вариантам осуществления настоящего изобретения расписание может содержать инструкции о том, когда следует открывать и закрывать один или более селекторов одной или более сетевых очередей для обеспечения передачи данных.

[0022] Термин “установленное изделие” следует понимать как включающий в себя любой вид механизированного объекта, в том числе, без ограничения приведенными примерами, реактивные двигатели, локомотивы, газовые турбины и ветротурбины, а также встроенные в них дополнительные системы. Этот термин наиболее удобно применять для больших комплексных механизированных систем с множеством движущихся компонентов,

множеством датчиков и элементов управления, установленных в системе. Термин “установленный” включает интеграцию в физические операции, например использование двигателей воздушных судов, функционирование которых управляется динамически, локомотива в связи с эксплуатацией на железнодорожных путях или конструкции устройства в здании или в части здания действующего предприятия, машин на заводе или в цепи поставки и т.д. В данном описании термины “установленное изделие”, “объект” и “механизованная система” могут использоваться взаимозаменяемо.

[0023] В данном описании термин “автоматически” может указывать, например, на действия, которые могут осуществляться без участия или с ограниченным участием человека.

[0024] На фиг. 1 показана блок-схема архитектуры системы 100 в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения. Система 100 может содержать по меньшей мере одно установленное изделие 102. Как отмечалось выше, установленное изделие 102 может в различных вариантах осуществления представлять собой сложный механический объект, такой как поточная линия завода, газовая электростанция, реактивный двигатель на судне воздушного флота (например, на двух или более самолетах или на других объектах), ветровая электростанция, локомотив и т.д. Установленное изделие 102 может содержать систему 104 управления, которая управляет функционированием установленного изделия на основе данных, полученных или сгенерированных, и/или переданных устройствами установленного изделия, и обменивается информацией между установленными изделиями и т.д. для обеспечения автоматизированного управления установленным изделием с целью предоставления информации операторам установленного изделия.

[0025] Согласно одному или более вариантам осуществления система 100 может содержать систему 106 связи. Система 106 связи может использоваться системой 104 управления (блок “Управление”) для обмена данными между устройствами системы 104 управления и/или установленным изделием 102, которое управляется системой 104 управления. Система 104 управления может представлять собой аппаратную схему, которая содержит и/или соединена с одним или более процессорами 108 (например, микропроцессорами, интегральными схемами, логическими матрицами, программируемыми пользователями, и т.д.), выполняющими операции управления установленным изделием 102. Согласно одному или более вариантам осуществления процессор 108 может программироваться с использованием непрерывной или

логистической модели производственных процессов, в которых применяются одно или более установленных изделий 102.

[0026] Согласно одному или более вариантам осуществления система 104 управления может содержать память 110 для компьютерных данных, которая может предоставлять информацию планировщику 111 и модулю 112 конфигурации сети, а также может сохранять результаты, полученные из планировщика 111 и модуля 112 конфигурации сети. Система 106 связи может поставлять данные по меньшей мере из одного установленного изделия 102 и памяти 110 данных в планировщик 111 и модуль 112 конфигурации сети. Модуль 112 конфигурации сети может содержать один или более элементов 108 обработки. Процессор 108 может, например, представлять собой стандартный микропроцессор и может в процессе работы управлять всеми функциями модуля 112 конфигурации сети.

[0027] Согласно одному или более вариантам осуществления модуль 112 конфигурации сети может передавать инструкции 302 конфигурирования в сетевой драйвер 304 (фиг. 3). Инструкции 302 конфигурирования могут предоставлять сетевому драйверу 304 правила для классификации пакета данных, создания формата кадра для пакета данных на основе классификации, а затем – упаковки пакета данных в один или более кадров данных на основе созданного формата кадра.

[0028] Согласно одному или более вариантам осуществления модуль 112 конфигурации сети может передавать данные 305 конфигурации коммутатора в планировщик 111 для генерации расписания 310 (фиг. 4) для передачи каждого кадра данных через систему связи в соответствии с расписанием 310. Согласно одному или более вариантам осуществления, планировщик 111 может также принимать описание сетевой топологии и требования 406 к маршруту или каналу (например, индикацию маршрутов для чувствительных к времени данных, максимальные задержки, полосы пропускания физических каналов, размер кадров (“полезная нагрузка”) и пункт назначения кадра) из приложения 113 и/или набора инструментальных средств, или из любого другого подходящего источника. В данном случае “максимальная допустимая задержка” может означать самый поздний момент времени, в который кадр данных может поступать в пункт назначения. Планировщик 111 может также принимать информацию 321 о пункте назначения (например, Ethernet-адрес). Согласно одному или более вариантам осуществления протокол обнаружения канального уровня (LLDP, Link Layer Discovery Protocol) может использоваться для сбора информации о сети перед планированием пункта 320 назначения для каждого кадра данных. Согласно одному или более вариантам

осуществления информация 321 о пункте назначения может предоставляться приложением, выполняемым системой 104 управления.

[0029] Согласно одному или более вариантам осуществления система 104 управления может управлять одной или более операциями установленного изделия 102 на основе переданного кадра(-ов) 404 данных.

[0030] Согласно одному или более вариантам осуществления память 110 данных может содержать комбинацию одного или более жестких дисков, RAM (Random Access Memory, оперативную память), ROM (Read Only Memory, постоянную память), флэш-память и т.д. В памяти 110 данных может храниться программное обеспечение, которое программирует процессор 108, планировщик 111 и модуль 112 конфигурации сети для выполнения описываемых функций.

[0031] Согласно некоторым вариантам осуществления система 106 связи может доставлять выходную информацию из планировщика 111 и/или модуля 112 конфигурации сети (и содержащихся в них элементов) по меньшей мере в одну пользовательскую платформу 124, обратно в установленное изделие 102 или в другие системы. Согласно некоторым вариантам осуществления, сигналы, принимаемые пользовательской платформой 124, установленным изделием 102 или другими системами, могут вызвать изменение состояния или условия работы или другого атрибута одного или более физических элементов установленного изделия 102.

[0032] Система 106 связи может обмениваться данными с несколькими устройствами установленного изделия 102, такими как датчики 118, 120, которые контролируют, измеряют, регистрируют и т.д. информацию и передают эту информацию в качестве данных 122 датчиков. Другое устройство, которое может осуществлять связь через систему 106 связи, может содержать интерфейс "человек-машина" (HMI, Human Machine Interface) или пользовательский интерфейс (UI, User Interface) 124, который принимает выходные данные или данные 101 о состоянии, подлежащие представлению пользователю или оператору системы 106 связи или системы 104 управления, и который может передавать входные данные 103, принимаемые от пользователя или оператора, в одно или более других устройств системы 104 управления. HMI/UI 124 может представлять собой дисплей, сенсорный экран, ноутбук, планшет, мобильный телефон, акустическую систему, тактильное устройство или другое устройство, осуществляющее связь с пользователем или оператором или передающее им информацию. В соответствии с любым из описываемых вариантов осуществления настоящего изобретения пользователь может выполнять доступ

к системе 100 через один из HMI/UI 124, позволяющих просматривать информацию об установленном изделии 102 и/или управлять им.

[0033] Согласно одному из вариантов осуществления, по меньшей мере один из датчиков 118, 120 может представлять собой камеру, которая генерирует видеоинформацию или изображения, рентгеновский датчик, звукосниматель, тахометр, приемник системы глобального позиционирования, беспроводное устройство, которое передает беспроводной сигнал и обнаруживает отражения беспроводного сигнала для генерации изображения, представляющего тела или объекты, находящиеся за стенами, боковыми стенками автомобилей или другими непрозрачными телами, либо другое устройство.

[0034] Другое устройство, которое может осуществлять связь с использованием системы 106 связи, может содержать одно или более исполнительных устройств (приводов) 126, которые могут представлять собой устройства, оборудование или механизмы, перемещающиеся для выполнения одной или более операций установленного изделия 102, управляемого системой 104 управления. Примеры исполнительных устройств 126 включают тормоза, дроссели, роботизированные устройства, медицинские устройства формирования изображений, световую сигнализацию, турбины и т.д. Исполнительные устройства 126 могут передавать данные 105 о своем состоянии в одно или более других устройств установленного изделия 102 через систему 106 связи. Данные 105 о состоянии могут представлять позицию, состояние, работоспособность и т.п. исполнительного устройства 126, передающего данные 105 о состоянии. Исполнительные устройства 126 могут принимать командные данные 107 из одного или более других устройств установленного изделия или системы управления через систему 106 связи. Командные данные 107 могут представлять собой инструкции, которые указывают исполнительным устройствам 126, каким образом и/или когда следует перемещаться, выполнять операции и т.д.

[0035] Система 104 управления может обмениваться (например, принимать, передавать и/или пересылать) различными данными с устройствами через систему 106 связи по указанию одного или более программных приложений 113. Например, система 104 управления может передавать командные данные 107 в одно или более устройство и/или принимать данные 109, такие как данные 105 о состоянии и/или данные 122 датчиков, от одного или более устройств. Хотя на фиг. 1 показано, что устройства передают или принимают определенные данные, дополнительно устройства могут передавать и/или

принимать данные других типов. Например, датчики 118, 120 могут принимать и/или передавать данные других типов.

[0036] Система 106 связи обменивается данными с устройствами и/или с системой 104 управления с использованием сети 128 связи, которая может передавать данные с помощью услуги 130 распределения данных. Как известно в этой области техники, услуга 130 распределения данных представляет собой сетевое “промежуточное” приложение, которое может упростить конфигурирование издателей и подписчиков в сети. Могут использоваться и другие промежуточные приложения. Согласно другим вариантам осуществления, услуга 130 распределения данных не включается, и приложение(-я) 113 могут непосредственно управлять установленным изделием 102 (и его устройствами). Сеть 128 (показанная на фиг. 1) представляет собой чувствительную к времени сеть, однако в альтернативном варианте она может являться сетью другого типа. Например, устройства, включая те, что связаны с системой 100, и любые другие описываемые устройства, могут обмениваться информацией через любую сеть связи, которая может представлять собой одну или более следующих сетей: локальная сеть (LAN, Local Area Network), городская сеть (MAN, Metropolitan Area Network), глобальная сеть (WAN, Wide Area Network), частная сеть, телефонная коммутируемая сеть общего пользования (PSTN, Public Switched Telephone Network), сеть протокола приложений для беспроводной связи (WAP, Wireless Application Protocol), сеть Bluetooth, беспроводная LAN и/или сеть Интернет-протокола (IP, Internet Protocol), такая как Интернет, интранет или внешняя сеть. Следует отметить, что любое из описанных устройств может осуществлять связь через одну или более таких сетей связи.

[0037] Услуга 130 распределения данных может представлять стандарт промежуточной связи взаимодействия устройств группы управления объектами (OMG, Object Management Group) между устройствами и сетью. Услуга 130 распределения данных может позволять выполнять связь между издателями и подписчиками. Термин “издатель” может относиться к устройствам 104, 118, 120, 124 и 126, которые передают данные другим устройствам 104, 118, 120, 124, 126, и термин “подписчик” может относиться к устройствам 104, 118, 120, 124 и 126, которые принимают данные от других устройств 104, 118, 120, 124 и 126. Услуга 130 распределения данных нейтральна к сети в том, что касается возможности работы этой услуги в различных сетях, таких как, например, сети Ethernet. Услуга 130 распределения данных может работать между сетью, через которую передаются данные, и приложениями, обменивающимися данными (например, устройствами 104, 118, 120, 124 и 126). Устройства 104, 118, 120, 124 и 126 могут публиковать данные и являться их

подписчиками через распределенную область с целью предоставления устройствам 104, 118, 120, 124 и 126 разнообразной общедоступной информации.

[0038] Согласно одному из вариантов осуществления, услуга 130 распределения данных может использоваться устройствами 104, 118, 120, 124 и 126 для обмена данными 101, 103, 105, 107, 109, 122 через сеть 128, которая может работать на основе сети Ethernet установленного изделия 102. Сеть 128 может, по меньшей мере частично, определяться набором стандартов, разработанных рабочим комитетом чувствительных к времени сетей, включая один или более стандартов IEEE 802.1. Поскольку сеть Ethernet может работать без TSN, такая сеть может быть не детерминированной и может передавать кадры данных или пакеты произвольно или псевдо-произвольно, что не обеспечивают доставку данных в указанные периоды времени или в указанные моменты времени. При использовании сети Ethernet, отличной от TSN, возможно, не удастся определить, когда данные достигнут пункта назначения или когда они могут быть отброшены. Недетерминированный подход может быть основан на “максимально доступном качестве”. Согласно такому недетерминированному подходу или подходу на основе “максимально доступного качества” сетевой драйвер может принимать данные из приложения и определять для себя способ упаковки и передачи данных. В результате некоторые данные могут не поступать в устройства, соединенные через сеть Ethernet, отличную от TSN, в течение промежутка времени, достаточно малого для того, чтобы устройства функционировали с использованием этих данных. Что касается некоторых систем управления, несвоевременное поступление данных может привести к катастрофическим последствиям, как описывалось выше. Однако основанная на TSN сеть Ethernet может указать, когда следует передавать определенные данные, для того чтобы обеспечить передачу определенных кадров или пакетов данных в течение указанных периодов времени или в указанные моменты времени. Передача данных в основанной на TSN сети Ethernet может основываться на глобальном времени или на временной шкале сети, которая может быть одинаковой для устройств в сети или подключенных к сети, с использованием моментов времени или временных интервалов, в которые запланирована связь по меньшей мере для некоторых устройств.

[0039] Система 106 связи может использовать сеть 128 для обмена данными с устройствами 104, 118, 120, 124 и 126 (в некоторых вариантах осуществления с использованием услуги 130 распределения данных) для того, чтобы поддерживать параметры 132 качества обслуживания (QoS, Quality of Service) определенных устройств 104, 118, 120, 124 и 126. В данном случае термин “QoS” может означать качество

обслуживания чувствительной к времени сети. Согласно одному или более вариантам осуществления настоящего изобретения, параметры 132 QoS устройств 104, 118, 120, 124 и 126 могут представлять требования к обмену данными между устройствами 104, 118, 120, 124 и 126, такие как верхние пределы значений времени или задержки для обмена данными между устройствами 104, 118, 120, 124 и 126.

[0040] Согласно одному или более вариантам осуществления, параметр 132 QoS может указывать нижний предел или минимум пропускной способности при обмене данными с устройствами 104, 118, 120, 124 и 126. Согласно одному или более вариантам осуществления, параметр 132 QoS может использоваться для обеспечения того, что данные, передаваемые одним или более устройствами 104, 118, 120, 124 и 126 в одно или более устройств 104, 118, 120, 124 и 126 и/или между двумя или более устройствами 104, 118, 120, 124 и 126, принимаются своевременно (например, в заданные моменты времени или в течение заданных периодов времени). Согласно одному или более вариантам осуществления параметр 132 QoS может определяться одним или более другими параметрами. Примеры этих других параметров могут включать параметр предельного срока передачи, параметр задержки и/или параметр транспортного приоритета.

[0041] Согласно одному или более вариантам осуществления параметр предельного срока передачи может указывать верхний предел или максимальное значение времени, доступное для передачи и/или приема данных, связанных с конкретной темой. Согласно одному или более вариантам осуществления, параметр предельного срока передачи может относиться к общему времени наличия данных в приложении, операционной системе и сети. Данные могут быть связаны с конкретной темой, если они публикуются одним или более указанными устройствами (например, датчиками, измеряющими конкретную характеристику установленного изделия, такую как скорость, выходная мощность и т.д.). Тогда данные могут представлять конкретную характеристику (даже если данные поступают из других устройств в другие моменты времени) и/или направляться в то же самое устройство (например, в то же исполнительное устройство 126).

[0042] Согласно одному или более вариантам осуществления, параметр задержки может указывать верхний предел или максимальное значение временной задержки при доставке данных в абонентское устройство 104, 118, 120, 124 и 126. Например, датчики 118, 120 могут публиковать данные 122, отражающие операции, выполняемые установленным изделием, и НМИ/UI 124, исполнительному устройству 126 и/или системе 104 управления может потребоваться, чтобы данные датчика 122 принимались в течение установленного периода времени после публикации данных 122

датчиками 118, 120. Например, в случае датчика 118, который сообщает о том, что температура мотора или двигателя достигает или превосходит заданное пороговое значение, указывающее на опасные условия эксплуатации, системе 104 и/или исполнительному устройству 126 может потребоваться принять эти данные о температуре в течение заданного периода времени, позволяющего системе 104 и/или исполнительному устройству 126 принять ответные меры, такие как уменьшение скорости двигателя или мотора, останов двигателя или мотора и т.д. Согласно одному или более вариантам осуществления параметр задержки может указывать на время прохождения данных только по сети. Согласно одному или более вариантам осуществления TSN 128 может относиться только к сетевой части задержки (в отличие от задержек в приложении и операционной системе).

[0043] Согласно одному или более вариантам осуществления, параметр транспортного приоритета может указывать относительные приоритеты двух или более устройств 104, 118, 120, 124 и 126 для сети. Некоторые устройства 104, 118, 120, 124 и 126 могут иметь больший приоритет, чем другие устройства 104, 118, 120, 124 и 126 для приема данных (или для подписки на них) определенных идентифицированных типов или источников. Таким же образом, некоторые устройства 104, 118, 120, 124 и 126 могут иметь больший приоритет, чем другие устройства 104, 118, 120, 124 и 126 для передачи (или для публикации) данных определенных идентифицированных типов или источников. Абонентские устройства 104, 118, 120, 124 и 126 с приоритетом, большим чем у других устройств 104, 118, 120, 124 и 126, могут принимать те же данные через сеть от источника данных раньше устройств 104, 118, 120, 124 и 126 с меньшим приоритетом. Публикующие устройства 104, 118, 120, 124 и 126 с приоритетом, большим чем у других устройств 104, 118, 120, 124 и 126, могут передавать в сеть данные, полученные и сгенерированные высокоприоритетными устройствами 104, 118, 120, 124 и 126, раньше чем низкоприоритетными устройствами 104, 118, 120, 124 и 126.

[0044] Согласно одному или более вариантам осуществления, параметры 132 QoS устройств 104, 118, 120, 124 и 126 могут определяться одним или более параметром, или комбинацией параметров предельного срока передачи, задержки и/или транспортного приоритета. Согласно одному или более вариантам осуществления, параметры 132 QoS затем могут использоваться планировщиком 111 для определения расписаний 310 передачи данных в TSN (в некоторых вариантах осуществления с использованием услуги 130 распределения данных). Расписания 310 передачи данных могут определять моменты времени, в которые осуществляется обмен данными в узлах сети, находящихся в пределах

маршрута. Однако путем указания времени для “узлов, находящихся в пределах маршрута”, расписание также непосредственно предлагает маршрут. Авторы изобретения отмечают, что предлагаемый маршрут может не быть очевиден, если существует множество потоков TSN, проходящих по общим маршрутам.

[0045] На фиг. 2-5 показаны алгоритмы и блок-схемы для примера функционирования в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения. В частности, на фиг. 2 показан алгоритм выполнения способа 200 в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения. Способ 200 и любой другой описываемый способ может выполняться с использованием любой подходящей комбинации аппаратуры (например, схем(ы)), программного обеспечения или средств ручного управления. Например, на машиночитаемом носителе могут храниться инструкции, при выполнении которых машиной осуществляются действия, соответствующие любому из вариантов осуществления настоящего изобретения. Согласно одному или более вариантам осуществления система 100 приспособлена для выполнения способа 200 таким образом, чтобы система являлась элементом специального назначения, сконфигурированным для выполнения операций, не выполняемых компьютером или устройством общего назначения. Программное обеспечение, реализующее эти процессы, может храниться на любом физическом носителе, включая жесткий диск, дискету, CD, DVD, флэш-память или магнитную ленту. Ниже описываются примеры таких процессов, касающиеся вариантов осуществления системы, однако варианты осуществления настоящего изобретения не ограничены этими примерами. Описываемые алгоритм(ы) не предполагают соблюдение фиксированного порядка шагов, и настоящее изобретение на практике может быть реализовано с использованием любого подходящего порядка.

[0046] Согласно одному или более вариантам осуществления сеть 128 может содержать множество пунктов 320 назначения или узлов. Узлы могут подключаться к системе связи через один или более маршрутов 322 связи или каналов. Каналы 322 связи могут соединяться друг с другом через порты и/или коммутаторы 301. Согласно одному или более вариантам осуществления, два или более маршрута передачи кадров данных или потоков могут перекрываться. При перекрытии этих маршрутов передачи кадры 404 данных могут накладываться друг на друга, в результате чего кадры отбрасываются и не доставляются в свои соответствующие пункты 320 назначения. Таким образом, планировщик может сочетать в расписании 310 незапланированные кадры / кадры максимально доступного качества с запланированными кадрами так, чтобы кадры 404

данных не накладывались друг на друга, а, наоборот, достигали соответствующего пункта назначения в соответствующее время.

[0047] Согласно одному или более вариантам осуществления, сеть 128 TSN может включать множество очередей 312 (например, очередь 0, 1, 2, 3, 4 ... 7 и т.д.) для передачи кадров 404 данных в соответствующие им пункты 320 назначения. Согласно одному или более вариантам осуществления, очереди могут существовать во всех интерфейсах – как в конечной системе (например, в устройстве), так и в каждом порту (соединении) коммутатора 301. Согласно одному или более вариантам осуществления каждая очередь 312 может содержать селектор 313, который может находиться в открытом положении 314 или в закрытом положении 316 и может допускать передачу кадра 404 данных только в открытом положении 314. Согласно одному или более вариантам осуществления, функционирование селекторов 313 очередей может синхронизироваться с одинаковым тактовым сигналом 318. Известно, что синхронизация играет важную роль, особенно для высокоприоритетного трафика, для обеспечения закрытия селекторов точно в требуемое время во избежание наложений и для получения кадра данных через сеть согласно расписанию 310. Согласно одному или более вариантам осуществления планировщик 111 выполняет вычисления на основе принятых входных данных с целью определения моментов времени открытия/закрытия селекторов на маршруте прохождения потока к пункту 320 назначения и моментов времени поступления (например, в пределах максимальной задержки), как указано приложением 113. Согласно одному или более вариантам осуществления содержимое расписания 310 указывает моменты открытия/закрытия селекторов вдоль маршрута потока, как описывается в стандарте TSN.

[0048] Согласно одному или более вариантам осуществления перед началом выполнения способа 200 может создаваться таблица 500 конфигурации (фиг. 5) для идентификации по меньшей мере одного признака разделения или свойства 502, которое может появиться в пакете данных. В данном описании термины “признак разделения” и “свойство” могут использоваться взаимозаменяемо. Согласно одному или более вариантам осуществления таблица 500 конфигурации также может определять правила 504 создания формата кадра для пакета данных, основанные на идентифицированных признаках 502 разделения. Согласно одному или более вариантам осуществления, таблица 500 конфигурации может содержать метку 506, связанную с каждым признаком 502 разделения. Согласно одному или более вариантам осуществления признаки 502 разделения и правила 504, вносимые в таблицу 500 конфигурации, могут предоставляться администратором системы и/или сети. Согласно одному или более вариантам осуществления признак 502

разделения может представлять собой по меньшей мере один из следующих признаков: параметр 132 QoS, номер порта, содержимое пакета и IP-адрес узла назначения. Могут использоваться и другие подходящие признаки 502 разделения. Например, признак 502 разделения может представлять собой параметр QoS, указывающий, является ли пакет данных критическим или не критическим. Согласно одному или более вариантам осуществления, содержимое пакета может быть связано с конкретной темой. Заранее заданная "тема" может представлять собой признак 502 разделения.

[0049] Как описывается ниже, согласно одному или более вариантам осуществления, после создания формата кадра сетевой драйвер может упаковать пакет данных в одном или более кадрах 404 данных на основе созданного формата кадра. Следует отметить, что благодаря наличию сетевого драйвера, создающего формат кадра на основе признаков разделения, не требуется вносить изменения непосредственно в приложение, например, для изменения пакета данных для связи с "максимально доступным качеством" на пакет данных, используемый для "чувствительной к времени" передачи (например, планируемой).

[0050] Как описано выше, сеть 128 TSN может позволять выполнение связи обоих классов (например, запланированной и максимально доступного качества / произвольной) в одной и той же сети. Обычно стандарт может определять необходимость передачи всех данных "с максимально доступным качеством" (например, в виде незапланированных сеансов), если приложением специально не указано иное. Сообщения (кадры) максимально доступного качества просто представляют собой попытки достижения "максимально доступного качества" при транспортировке кадра в соответствующий пункт назначения. Например, сеть пытается доставить кадр, однако при этом может произойти сбой или для доставки потребуется значительный промежуток времени. Такая потеря кадра либо задержка в системе управления может быть катастрофичной, например, помимо прочего, система может перейти в нестабильное состояние, приводящее к взрыву генератора, сбою двигателя летательного аппарата в полете или к неправильным показаниям медицинской системы. Определение того, является ли поток чувствительным к времени или может передаваться в режиме "максимально доступного качества", зависит от разработчика системы. Варианты осуществления настоящего изобретения позволяют многократно применять общие повторно используемые блоки приложения в различных системах для связи в режиме "с максимально доступным качеством" или в чувствительном к времени режиме в зависимости от требований, предъявляемых к системе. В описанном ранее аналитическом приложении созданный поток

данных (работоспособность или анализ производительности) не подразумевал контекст. Цель использования системой данных может определять контекст, в рамках которого также может определяться, должны ли данные обрабатываться как критические и чувствительные к времени или как некритические в режиме “с максимально доступным качеством”.

[0051] Например, как показано на фиг. 3, TSN 128 может содержать сетевой стек 308, который может маршрутизировать данные и информацию через объединенные в сеть устройства, такие как маршрутизаторы, коммутаторы (например, Ethernet-коммутаторы) или другие устройства, осуществляющие обмен пакетами данных между различными устройствами в системе 100. Сетевой стек 308 может формироваться из нескольких рабочих или функциональных уровней (например, таких как прикладной программный интерфейс (API, Application Program Interface) 311, операционная система (OS, Operating System) 312, один или более сетевых драйверов 304 и аппаратура 314). В процессе выполнения приложение 113 в исходном узле 319 может передавать один или более пакетов 303 данных для управления функционированием установленного изделия 102. Хотя на фиг. 3 показаны только два узла, такая конфигурация приведена только в качестве примера, и система 100 может содержать любое подходящее количество узлов. Согласно одному или более вариантам осуществления, два узла могут быть связаны множеством каналов, которые могут зеркалить/дублировать параллельную передачу данных для обеспечения надежности (например, таким образом, чтобы при отказе передачи данных по одному каналу эти данные передавались по другому каналу).

[0052] Первоначально на шаге S210 данные 302 конфигурации сети принимают в сетевом драйвере 304. Согласно одному или более вариантам осуществления, данные 302 конфигурации сети могут храниться в таблице 500 конфигурации. Согласно одному или более вариантам осуществления, данные 302 конфигурации сети могут передаваться из модуля 312 конфигурации сети в сетевой драйвер 304 через канал 306 конфигурации.

[0053] Согласно одному или более вариантам осуществления, перед приемом данных 302 сетевой конфигурации сетевой драйвер 304 может упаковать кадры 404 данных, которые формируют пакет 303 данных на основе формата “с максимально доступным качеством”, используемого по умолчанию, если в данных, связанных с пакетом, не указано иное. Обычно для изменения способа передачи пакета данных (например, для изменения режима “с максимально доступным качеством” на планируемый / чувствительный к времени режим) необходимо произвести изменения в приложении для установления различных маршрутов. С другой стороны, для изменения режима “с максимально доступным качеством” на планируемый / чувствительный к времени режим, согласно

одному или более вариантам осуществления, изменения производятся в сетевом драйвере, а не в приложении. Как описано выше, преимущество изменения сетевого драйвера вместо приложения достигается вследствие того, что (a) прикладной код может быть недоступен, (b) прикладной код может быть до некоторой степени проверен, и повторная проверка циклов управления, выполняемых приложением, может оказаться нежелательной, и/или (c) могут возникнуть проблемы сетевого планирования для разработчиков программного обеспечения и экспертов в иной области.

[0054] Затем, согласно одному или более вариантам осуществления, на шаге S212 конфигурируется сетевой драйвер 304 на основе принятых данных 302 конфигурации. Согласно одному или более вариантам осуществления модуль 112 конфигурации сети может с использованием данных 302 конфигурации указать сетевому драйверу 304 критерии, которые он должен использовать для пометки/разделения пакета 303 данных, а также указать параметры 132 QoS для различных маршрутов. Согласно одному или более вариантам осуществления, параметры 132 QoS могут указываться как для конечных систем, так и для коммутаторов. Согласно одному или более вариантам осуществления модуль 112 конфигурации сети также может устанавливать другие параметры для функционирования TSN 128. Согласно одному или более вариантам осуществления сетевой драйвер 304 может быть сконфигурирован для: анализа принятого пакета 303 данных с целью определения подходящего формата кадра для последующей передачи пакета 303 данных; пометки пакета данных для указания подходящего формата кадра, а затем – для разделения пакета 303 данных на один или более кадров 404 данных с подходящим форматом кадра.

[0055] Затем на шаге S214 один или более пакетов 303 данных принимается в сетевом драйвере 304. Согласно одному или более вариантам осуществления, приложение 113 передает пакет 303 данных в сетевой стек 308, и в частности – в сетевой драйвер 304 на основе инструкций из сетевого API 311. Согласно одному или более вариантам осуществления приложение 113 может передавать пакет 303 данных в режиме “с максимально доступным качеством”. Как описывается ниже, сетевой драйвер 304 затем может перехватить этот пакет данных и может разделить/пометить пакет в соответствии с правилами, указанными в таблице 500 конфигурации. Кроме того, как описывается ниже, коммутатор 301 может использовать разделение/пометку для разделения кадров данных для передачи по различными маршрутам.

[0056] Согласно одному или более вариантам осуществления, сетевой драйвер 304 может анализировать принятый пакет 303 данных с учетом принятых данных 302 конфигурации. Согласно одному или более вариантам осуществления в процессе анализа

на шаге S216 можно определить, содержит ли принятый пакет 303 данных какой-либо признак разделения. Согласно одному или более вариантам осуществления, при выполнении разделения сетевой драйвер 304 может определять, совпадает ли, либо совпадает ли в значительной степени, какой-либо из признаков, включенных в данные 302 конфигурации, с каким-либо признаком 502 разделения, содержащимся в пакете 303 данных.

[0057] Согласно одному или более вариантам осуществления, для того чтобы признак можно было идентифицировать в качестве признака 502 разделения, признак в пакете 303 данных может в точности совпадать с признаком 502 разделения в таблице 500 разделения. Согласно одному или более вариантам осуществления, для того чтобы сетевой драйвер 304 мог определить наличие признака разделения, признак в пакете 303 данных может в значительной степени, но не в точности, соответствовать признаку 502 разделения в таблице 500 разделения. Согласно одному или более вариантам осуществления, для того чтобы определить, может ли признак, который в точности не совпадает с признаком 502 разделения в таблице 500 конфигурации, все еще рассматриваться как признак разделения, может применяться пороговое значение. Например, пороговое значение может составлять 10%, то есть если признак в пакете 303 данных на 90 или более процентов совпадает с признаком 502 разделения в таблице 500 конфигурации, то этот признак может рассматриваться в качестве признака разделения. Могут использоваться и другие подходящие пороговые значения. Согласно одному или более вариантам осуществления пороговое значение может устанавливаться администратором или любой другой подходящей стороной. Согласно одному или более вариантам осуществления для стохастического разделения классов трафика может использоваться энтропия (например, уровень случайного характера данных). В частности, энтропия может быть связана с уровнем сжатия кадра. Например, что касается исполняемых данных, двоичный код на выходе процессора может быть достаточно сложным, и поэтому его трудно сжать, в результате чего уровень сжатия может оказаться низким. С другой стороны, текстовый документ может быть относительно простым и легко сжиматься, поэтому его уровень сжатия может быть выше. Согласно одному или более вариантам осуществления пороговое значение может использоваться для определения, связан ли уровень сжатия с режимом максимально доступного качества или с чувствительным к времени режимом. Например, согласно одному или более вариантам осуществления, для жизненно важных операций может использоваться точное соответствие.

[0058] Если на шаге S216 определяется, что пакет 303 данных не содержит признаков 502 разделения, осуществляется переход к шагу S217, и пакету данных может быть назначен приоритет, используемый по умолчанию (например, наивысший/“белый список” или наименьший/“черный список”) и установленный администратором или другой заинтересованной стороной. Если на шаге S216 определяется, что пакет 303 данных содержит признак 502 разделения, то на шаге S218 пакет данных может быть помечен с помощью метки 506 для указания подходящего формата кадра на основе обнаруженного признака разделения. Согласно одному или более вариантам осуществления, метка 506 может указывать по меньшей мере на один из следующих факторов: приоритет кадра (например, по отношению к другим кадрам, и на то, что кадр может быть отброшен при перегрузке, если он имеет более низкий приоритет), кадр времени планирования (в виде максимальной допустимой задержки), индикатор надежности и элемент формирования трафика. Например, пакет 303 данных может содержать признак 502 разделения, обозначенный как “порт 1234”. На основе таблицы 500 конфигурации пакеты 303 данных с признаком разделения “порт 1234” могут использовать VLAN ID (Virtual Local Area Network Identification, идентификатор виртуальной локальной сети), отличный от других незапланированных пакетов. В этом примере “VLAN_ID 1” может являться меткой 506 для этого пакета 303 данных, в то время как все другие пакеты могут содержать метку 506 “VLAN_ID 0”. Согласно одному или более вариантам осуществления, пометка осуществляется программным обеспечением с использованием драйвера. Согласно одному или более вариантам осуществления таблица 500 конфигурации может содержать иерархию правил, в соответствии с которой, если обнаруживается множество признаков 502 разделения, к кадру данных могут применяться правила с более высоким приоритетом. Затем сетевой драйвер 304 на шаге S220 может разделить пакет 303 данных на один или более кадров 404 данных с форматом кадра, соответствующим метке 506.

[0059] Далее на шаге S222 один или более кадров 404 данных могут передаваться из сетевого драйвера 304 в коммутатор 301.

[0060] На шаге S224 конфигурируется коммутатор 301. Согласно одному или более вариантам осуществления, планировщик 111 в качестве входных данных может принимать данные 305 конфигурации коммутатора из модуля 112 конфигурации сети. Данные 305 конфигурации коммутатора могут передаваться из модуля 112 конфигурации сети в планировщик 111 через канал 309 конфигурации. Планировщик 111 может также в качестве входных данных принимать кадры 404 данных, содержащие метки, из сетевого драйвера 304. На основе входных данных планировщик 111 затем может генерировать

расписание 310 для конфигурирования коммутатора 301 и формирования потока, направляемого в узел 320 назначения. Согласно одному или более вариантам осуществления коммутатор 301 может контролировать все кадры 404 данных, принимаемые из сетевого драйвера 304, и может различать и пересылать кадры 404 данных на основе расписания 310. Согласно одному или более вариантам осуществления, “конфигурация коммутатора” может описывать запланированное открытие и закрытие селекторов 313.

[0061] Хотя на фиг. 4 показано, что планировщик 111 расположен в коммутаторе 301, планировщик 111 может размещаться в любом месте сети 128. Согласно одному или более вариантам осуществления, планировщик 111 может осуществлять связь со всеми коммутаторами и конечными системами с целью их конфигурирования. Согласно одному или более вариантам осуществления, планировщик 111 в качестве входных данных может также принимать сведения о пункте 320 назначения кадров данных (в виде информации 321 о пункте назначения), описание сетевой топологии и требования 406 к маршруту или каналу (например, индикацию чувствительных к времени маршрутов, максимальные задержки, полосы пропускания физического канала, размер кадров (“полезная нагрузка”)) из приложения и/или набора инструментальных средств, или любого другого подходящего источника. Планировщик 111 может принимать и другие подходящие входные данные.

[0062] Затем на шаге S226 выполняется расписание 310, и один или более кадров 404 данных передаются через сеть 128 на основе расписания 310. Далее на шаге S228 может выполняться управление одной или более операциями установленного изделия 102 на основе передаваемых кадров 404 данных. Например, как описывалось выше, на основе передаваемых кадров 404 данных локомотив или железнодорожный состав может не затормозить вовремя, чтобы избежать столкновения.

[0063] Согласно одному или более вариантам осуществления расписание 310 может динамически изменяться при выполнении. Например, что касается системы управления с обратной связью, перед системой может быть поставлена задача поддержания стабильности, например, могут изменяться входные данные для параметров QoS. Эти изменения могут по обратной связи возвращаться в модуль 112 конфигурации сети для динамического изменения разделения и пометки пакета данных или по меньшей мере одного кадра данных в пакете данных, что, в свою очередь, может изменить выполняемое расписание 310.

[0064] Следует отметить, что описываемые варианты осуществления настоящего изобретения могут быть реализованы с использованием любого количества

различных аппаратных конфигураций. Например, на фиг. 6 показана платформа 600 конфигурации сети, которая, например, может быть связана с системой 100, изображенной на фиг. 1. Платформа 600 конфигурации сети содержит процессор 610 конфигурации сети (“процессор”), такой как один или более коммерчески доступных центральных процессоров (CPU, Central Processing Units), выполненных в виде однокристальных микропроцессоров и соединенных с устройством 620 связи, сконфигурированным для осуществления связи через сеть связи (не показанную на фиг. 6). Устройство 620 связи может использоваться, например, для связи с одним или более пользователями. Платформа 600 конфигурации сети также содержит устройство 640 ввода (например, мышь и/или клавиатуру для ввода информации) и устройство 650 вывода (например, для вывода и отображения информации установленного изделия).

[0065] Процессор 610 также взаимодействует с памятью/запоминающим устройством 630. Запоминающее устройство 630 может содержать любое подходящее устройство хранения информации, включая комбинации магнитных носителей (например, жестких дисков), оптических носителей, мобильных телефонов и/или полупроводниковых запоминающих устройств. В запоминающем устройстве 630 может храниться программа 612 и/или логические инструкции 614 обработки конфигурации сети для управления процессором 610. Процессор 610 исполняет инструкции программ 612, 614 и, таким образом, работает в соответствии с любым из описанных вариантов осуществления настоящего изобретения. Например, процессор 610 может принимать данные и затем применять инструкции программ 612, 614 для конфигурирования сетевого драйвера и коммутатора.

[0066] Программы 612, 614 могут храниться в сжатом, некомпилитованном и/или зашифрованном формате. Программы 612, 614 могут, кроме того, содержать другие программные элементы, такие как операционная система, система управления базами данных и/или драйверы устройств, используемые процессором 610 для взаимодействия с периферийными устройствами.

[0067] В данном описании информация может “приниматься” или “передаваться”, например: (i) платформой 600 из другого устройства или (ii) программным приложением, или модулем в платформе 600 из другого программного приложения, модуля или любого другого источника.

[0068] Специалисту в этой области техники должно быть понятно, что аспекты настоящего изобретения могут быть реализованы в виде системы, способа или компьютерного программного изделия. Соответственно, аспекты настоящего изобретения

могут быть полностью реализованы аппаратно, программно (включая микропрограммное обеспечение, резидентные программы, микрокоманды и т.д.) или в виде комбинации программных и аппаратных аспектов, которые в целом в данном описании могут называться “схемой”, “модулем” или “системой”. Кроме того, аспекты настоящего изобретения могут представлять собой компьютерное программное изделие, реализованное на одном или более машиночитаемых носителях, содержащих машиночитаемый программный код.

[0069] Алгоритмы и блок-схемы, показанные на чертежах, иллюстрируют архитектуру, функциональные возможности и работу возможных реализаций систем, способов и компьютерных программных изделий, соответствующих различным вариантам осуществления настоящего изобретения. В этом отношении каждый блок алгоритма или блок-схемы может представлять модуль, сегмент или часть кода, которая содержит одну или более исполняемых инструкций для реализации указанной логической функции(-й). Следует также отметить, что в некоторых альтернативных вариантах осуществления функции, отмеченные в блоке, могут выполняться в порядке, отличном от указанного на чертеже. Например, два блока, изображенных последовательно, фактически могут выполняться параллельно, или иногда блоки могут выполняться в обратном порядке, в зависимости от задействованных функциональных возможностей. Следует также отметить, что каждый блок блок-схемы и/или алгоритма, изображенного на чертежах, и комбинации блоков на блок-схемах и/или алгоритмах могут быть реализованы с помощью специализированных аппаратных систем, которые выполняют указанные функции или действия, либо с помощью комбинаций специализированных аппаратных средств и компьютерных инструкций.

[0070] Следует отметить, что любые описанные способы могут включать дополнительный шаг формирования системы, содержащей различные программные модули на машиночитаемом носителе информации, и модули могут содержать, например, любые или все элементы, изображенные на блок-схемах или приведенные в описании. Шаги способа затем могут выполняться, как описано выше, с использованием различных программных модулей и/или подмодулей системы, реализуемых одним или более аппаратными процессорами 610 (фиг. 6). Кроме того, компьютерное программное изделие может содержать машиночитаемый носитель информации с кодом, приспособленным для выполнения одного или более шагов описанного способа, включая конфигурирование системы с различными программными модулями.

[0071] В данном описании используются примеры раскрытия настоящего изобретения, включающие предпочтительные варианты осуществления, а также позволяющие специалисту в этой области техники применять изобретение на практике, включая производство и использование любых устройств или систем и выполнение любых встроенных способов. Объем настоящего изобретения определяется формулой изобретения и может включать другие примеры, очевидные специалисту в этой области техники. Такие другие примеры предназначены для включения в объем формулы изобретения, если в них используются структурные элементы, не противоречащие буквальному толкованию формулы изобретения, или если они включают эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от буквального прочтения формулы изобретения. Аспекты различных описанных вариантов осуществления настоящего изобретения, а также другие известные эквиваленты каждого такого аспекта, могут объединяться и согласовываться между собой специалистом в этой области техники для создания дополнительных вариантов осуществления и способов, соответствующих принципам данной заявки.

[0072] Специалистам в этой области техники должно быть понятно, что могут быть выполнены различные адаптации и модификации описанных выше вариантов осуществления без отхода от объема и сути формулы изобретения. Таким образом, следует понимать, что на практике пункты формулы изобретения могут быть реализованы иначе, чем это конкретно описано выше.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ, включающий:

прием данных конфигурации в исходном узле сети связи, конфигурированной как чувствительная к времени сеть (TSN), которая отвечает набору требований качества обслуживания (QoS), при этом принятые данные конфигурации содержат один или более признаков разделения и расписание передачи;

получение данных от источника данных;

определение, на основании принятых данных конфигурации, включают ли данные по меньшей мере один из одного или более признаков разделения;

в ответ на определение того, что данные включают по меньшей мере один из одного или более признаков разделения, получение кадра данных в соответствии с одним или более признаками разделения;

передачу кадра данных в узел назначения по сетевому маршруту согласно расписанию передачи, при этом расписание передачи задает назначенное время передачи кадра данных для удовлетворения набора требований QoS; и

динамическое изменение расписания передачи в соответствии с изменением принятых данных конфигурации, причем изменение принятых данных конфигурации основано на изменении в наборе требований QoS.

2. Способ по п. 1, в котором данные конфигурации содержат одну или более метку кадра данных, при этом способ содержит, в ответ на определение того, что данные включают по меньшей мере один из одного или более признаков разделения, получение кадра данных для передачи на основании одной или более метки кадра данных, принятой в данных конфигурации.

3. Способ по п. 2, в котором одна или более метка кадра данных содержит адрес назначения управления доступом к среде (MAC), идентификатор виртуальной локальной сети (VLAN) или точку кода приоритета (PCP).

4. Способ по п. 1, в котором один или более признаков разделения представляет собой одно из следующего: содержимое пакета, параметр качества обслуживания (QoS), номер порта, IP-адрес источника и IP-адрес места назначения.

5. Способ по п. 4, в котором номер порта ассоциирован с портом протокола управления передачей (TCP) и/или портом протокола передачи дейтаграмм пользователя (UDP).

6. Способ по п. 4, в котором параметр QoS указывает, является кадр данных критическим или некритическим.

7. Способ по п. 1, в котором один или более признаков разделения содержат по меньшей мере энтропию пакета данных.

8. Способ по п. 1, в котором расписание передачи содержит по меньшей мере одно из периода, времени цикла и сдвига передачи.

9. Система для конфигурирования чувствительной к времени сети (TSN), содержащая процессор и память, выполненные с возможностью:

приема данных конфигурации в исходном узле сети связи, конфигурированной как TSN, которая отвечает набору требований качества обслуживания (QoS), при этом принятые данные конфигурации содержат один или более признаков разделения и расписание передачи;

получения данных от источника данных;

определения, на основании принятых данных конфигурации, включают ли данные по меньшей мере один из одного или более признаков разделения, причем признаки разделения классифицируют данные на основании различных правил;

в ответ на определение того, что данные включают по меньшей мере один из одного или более признаков разделения, получения кадра данных в соответствии с одним или более признаками разделения;

передачи кадра данных в узел назначения по сетевому маршруту согласно расписанию передачи, при этом расписание передачи задает назначенное время передачи кадра данных для удовлетворения набора требований QoS; и

динамического изменения расписания передачи в соответствии с изменением принятых данных конфигурации, причем изменение принятых данных конфигурации основано на изменении в наборе требований QoS.

10. Система по п. 9, в которой данные конфигурации содержат одну или более метку кадра данных, при этом процессор и память выполнены с возможностью, в ответ на определение того, что данные включают по меньшей мере один из одного или более признаков разделения, получать кадр данных для передачи на основании одной или более метки кадра данных, принятой в данных конфигурации.

11. Система по п. 10, в которой один или более признаков разделения представляет собой по меньшей мере одно из следующего: содержимое пакета, параметр качества обслуживания (QoS), номер порта, IP-адрес источника и IP-адрес места назначения.

12. Система по п. 11, в которой параметр QoS указывает, является кадр данных критическим или некритическим.

13. Система по п. 11, в котором номер порта представляет собой порт протокола управления передачей (TCP) и/или порт протокола передачи дейтаграмм пользователя (UDP).

14. Система по п. 9, в которой один или более признаков разделения содержат по меньшей мере энтропию пакета данных.

15. Система по п. 9, в которой расписание передачи содержит по меньшей мере одно из периода, времени цикла и сдвига передачи.

16. Система по п. 10, в которой процессор и память выполнены с возможностью предоставления таблицы конфигурации, которая включает информацию, определяющую соответствие между по меньшей мере одним из одного или более признаков разделения и по меньшей мере одной из одной или более меток кадра данных, при этом по меньшей мере одна из одной или более меток кадра данных предоставляет формат кадра для кадра данных.

17. Система по п. 16, в которой процессор и память выполнены с возможностью определения того, что один или более признаков разделения присутствуют в одном или более пакетах данных, на основании принятых данных конфигурации и таблицы конфигурации, включая определение совпадения между признаком одного или более

пакетов данных и по меньшей мере одним из одного или более признаков разделения с использованием порогового значения.

18. Система по п. 9, в которой сетевой маршрут содержит по меньшей мере один или более селекторов очередей передачи, которые открываются и закрываются согласно назначенному времени передачи кадров данных.

19. Система по п. 18, в которой множество избыточных копий кадра данных передают между исходным узлом и узлом назначения по сетевому маршруту.

20. Система по п. 9, в которой расписание передачи формируется в соответствии с информацией протокола обнаружения канального уровня (LLDP).

21. Система по п. 20, в которой информация LLDP включает информацию топологии сетевых узлов.

22. Система по п. 9, в которой множество избыточных копий кадра данных передают по меньшей мере по двум взаимоисключающим сетевым маршрутам.

23. Система по п. 9, в которой, для получения кадра данных, процессор и память выполнены с возможностью:

определять формат кадра согласно по меньшей мере одному из одного или более признаков разделения и

разделять данные с получением кадра данных в соответствии с форматом кадра.

24. Способ по п. 2, также включающий предоставление таблицы конфигурации, которая включает информацию, определяющую соответствие между по меньшей мере одним из одного или более признаков разделения и по меньшей мере одной из одной или более меток кадра данных, при этом по меньшей мере одна из одной или более меток кадра данных предоставляет формат кадра для кадра данных.

25. Способ по п. 24, в котором определение того, что один или более признаков разделения присутствуют в одном или более пакетах данных, основано на принятых данных конфигурации и таблице конфигурации, включая определение совпадения между

признаком одного или более пакетов данных и по меньшей мере одним из одного или более признаков разделения с использованием порогового значения.

26. Способ по п. 1, в котором сетевой маршрут содержит по меньшей мере один или более селекторов очередей передачи, которые открывают и закрывают согласно назначенному времени передачи кадров данных.

27. Способ по п. 26, в котором множество избыточных копий кадра данных передают между исходным узлом и узлом назначения по сетевому маршруту.

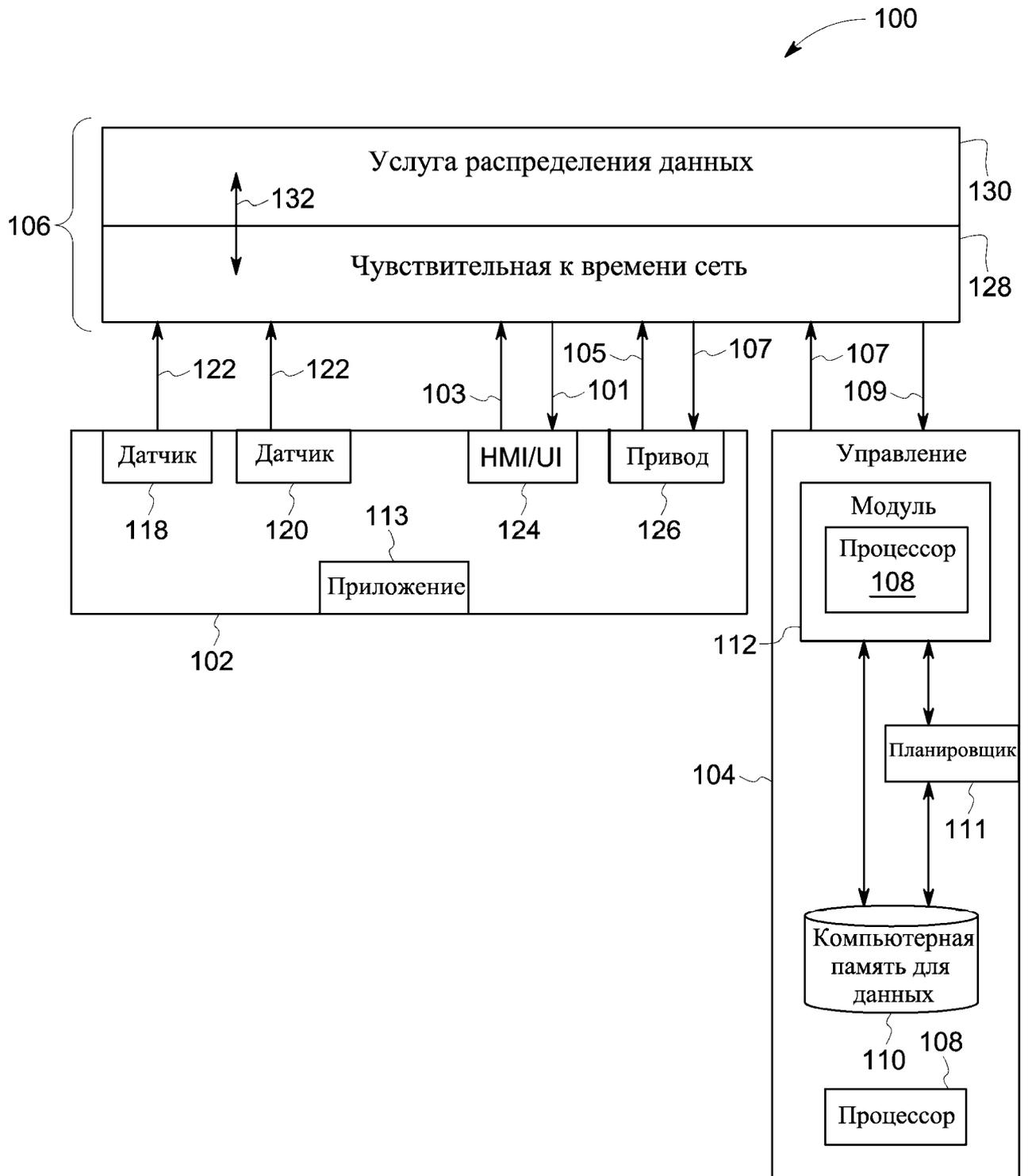
28. Способ по п. 1, в котором расписание передачи формируют в соответствии с информацией протокола обнаружения канального уровня (LLDP).

29. Способ по п. 28, в котором информация LLDP включает информацию топологии сетевых узлов.

30. Способ по п. 1, в котором множество избыточных копий кадра данных передают по меньшей мере по двум взаимоисключающим сетевым маршрутам.

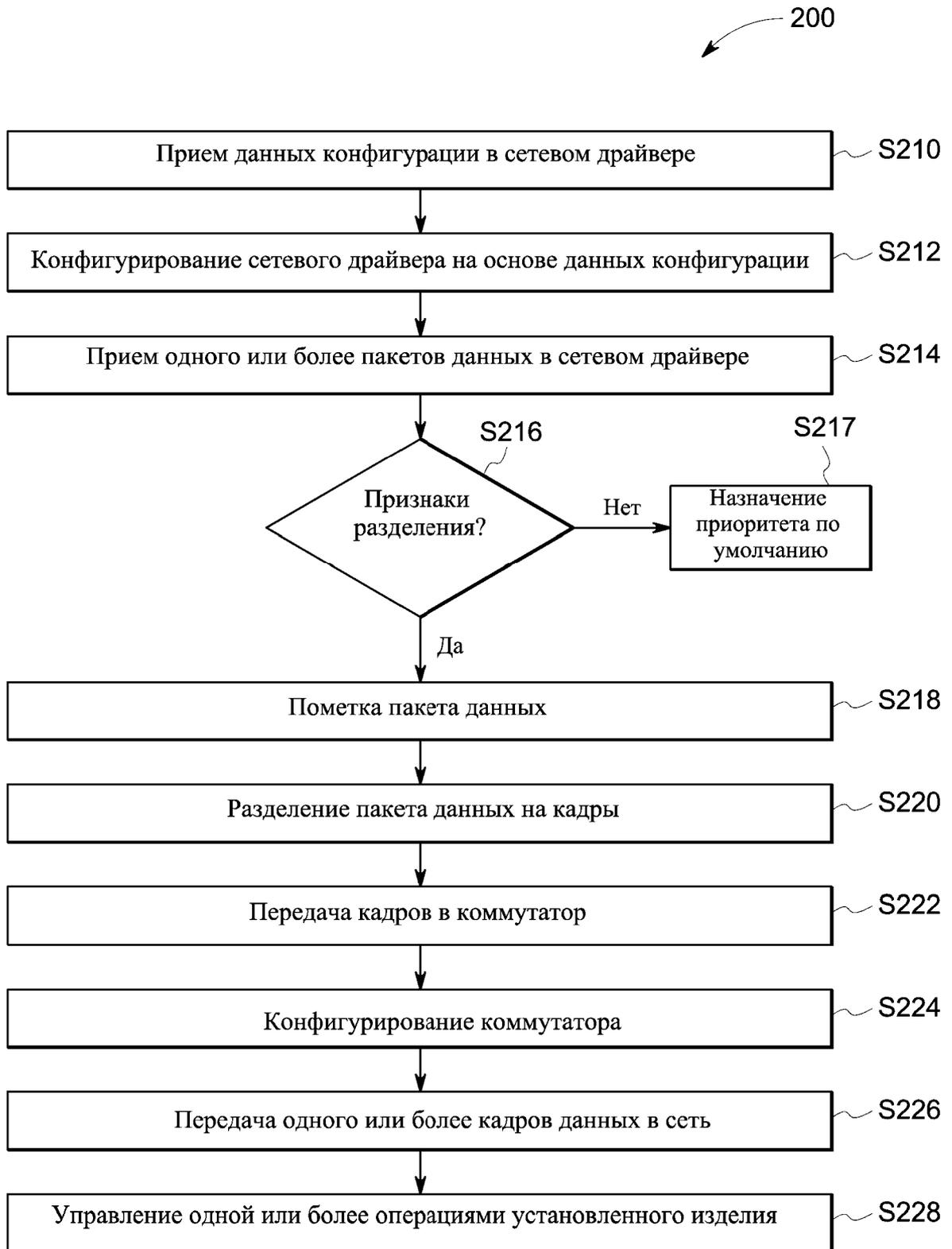
31. Способ по п. 1, в котором получение кадра данных включает:
определение формата кадра согласно по меньшей мере одному из одного или более признаков разделения и
разделение данных с получением кадра данных в соответствии с форматом кадра.

1/5

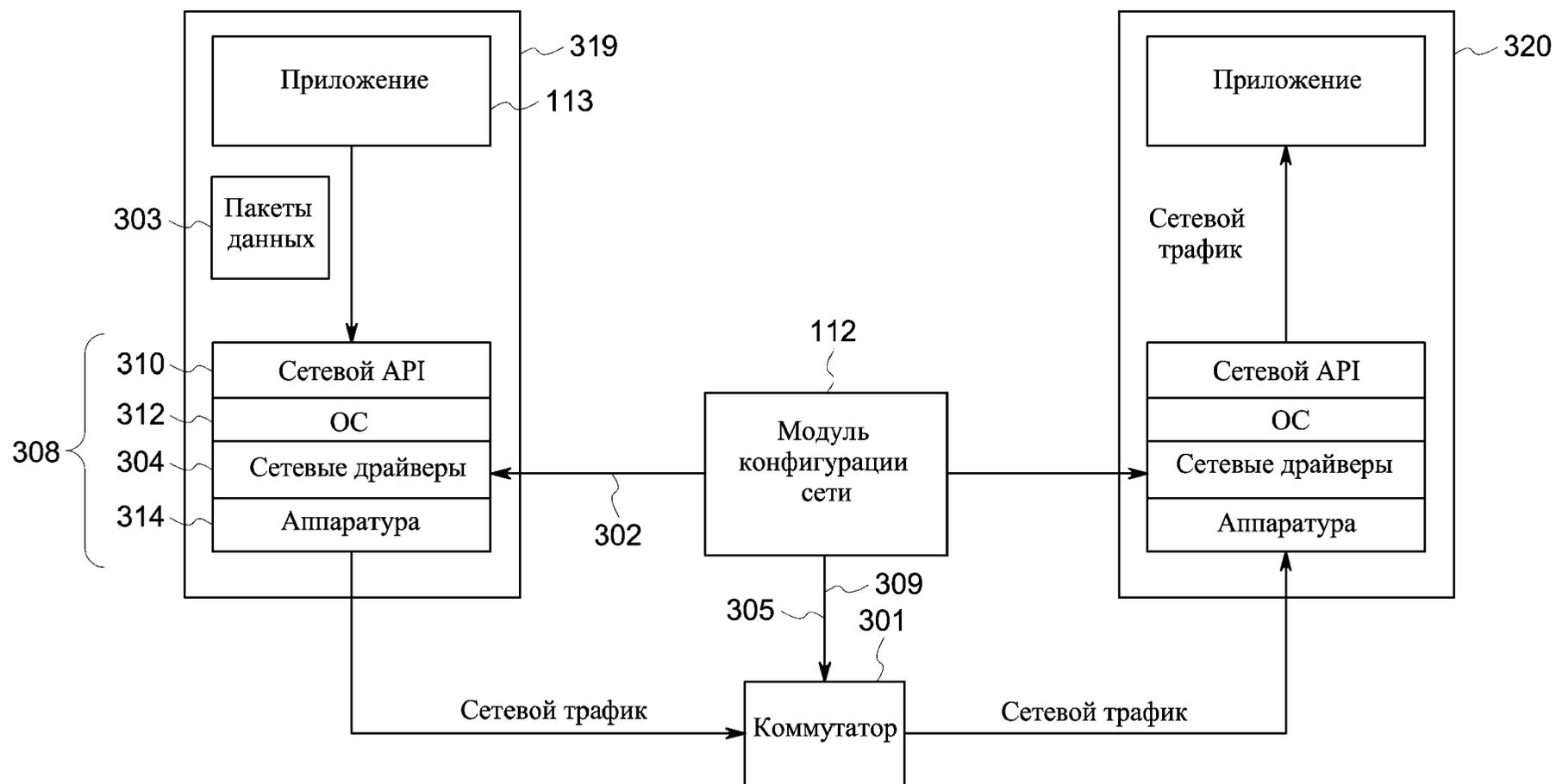


Фиг. 1

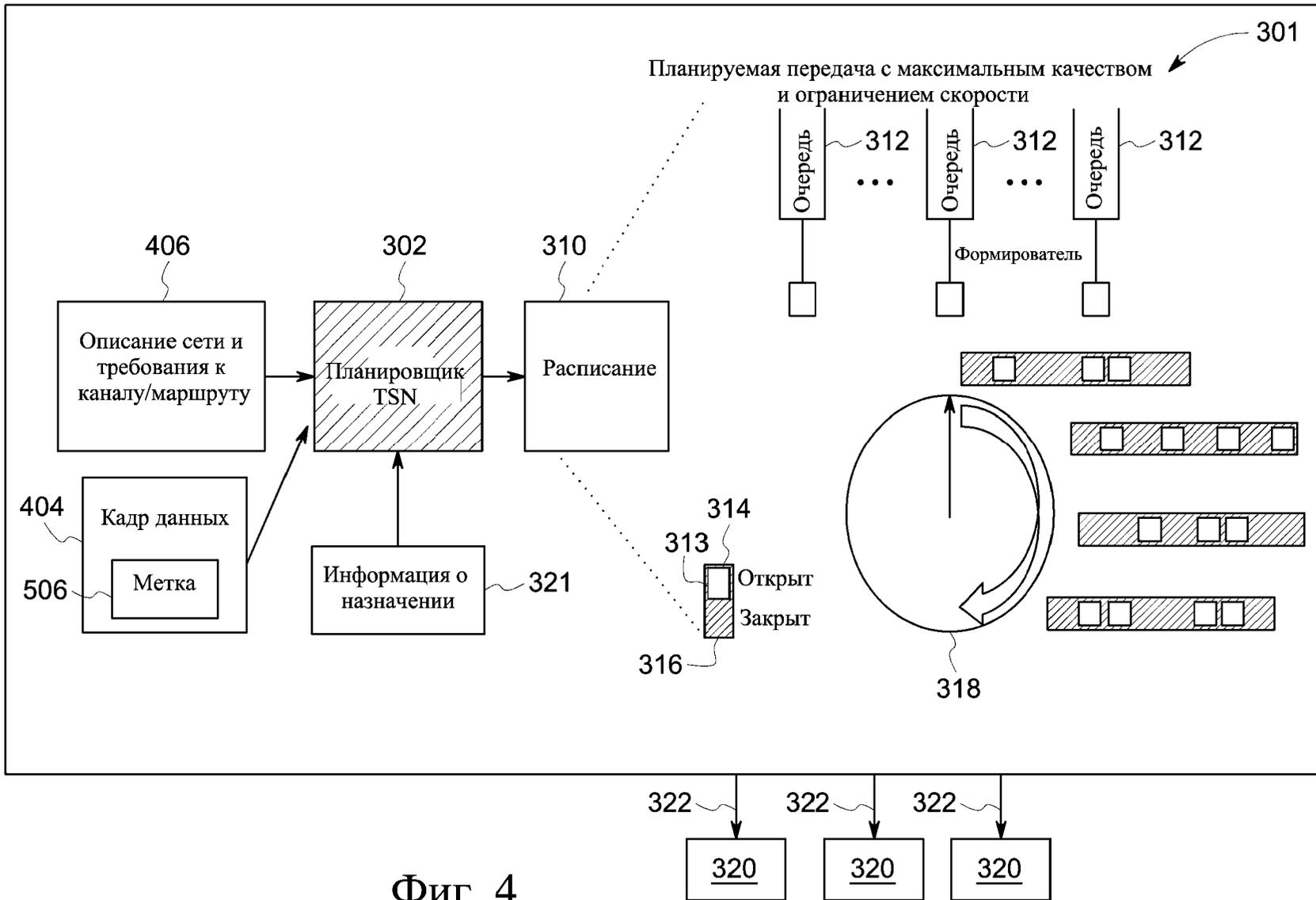
2/5



Фиг. 2



Фиг.3



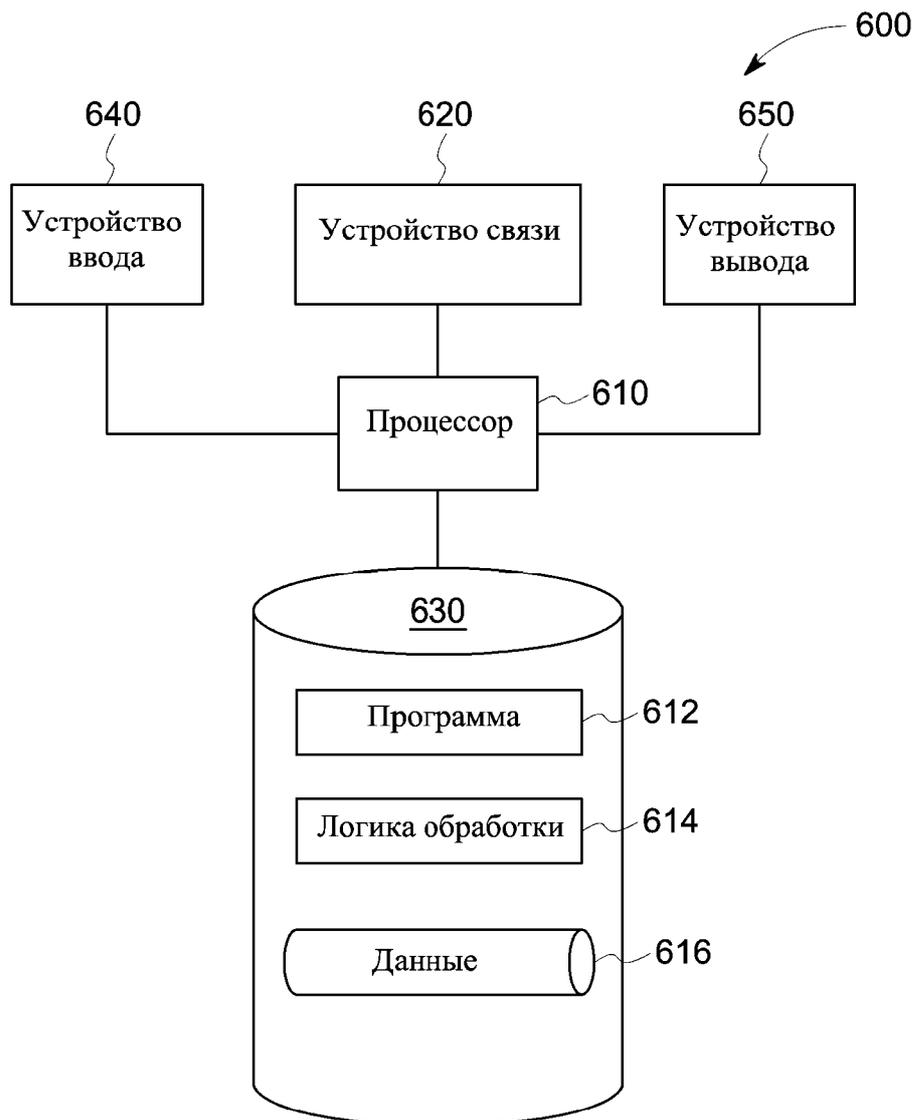
Фиг. 4

5/5

500

502 Признак разделения	504 Правило	132 Параметры QoS	506 Метка
Порт 123	Запланировано		VLAN_ID 1
Параметр QoS	Не запланировано	Не критично	

Фиг. 5



Фиг. 6