|  |
| --- |
| **Схема работы Cloud IoT Edge.****Источник: Google** |

*Прошло несколько лет с тех пор, как предприятия начали перемещать свои рабочие нагрузки из локальных ЦОДов в облако, но на этом процесс перехода не закончился: теперь многие компании выводят свои инфраструктуры из облачных ЦОДов на периферийные узлы или инфраструктуру, которую принято называть edge computing (периферийные вычисления), пишет редактор портала ZDNetЧарльз Маклиллан.*

Эта модель позволяет максимально приблизить вычисления к данным и источникам, которые их генерируют — приложениям и сервисам. В задачи периферийных вычислений входит повышение производительности и надежности ПО, а также снижение затрат на его содержание. Последнее связано с тем, что данные не требуется перемещать для обработки в облако и обратно, что уменьшает нагрузку на сеть, увеличивает ее пропускную возможность и сокращает время ожидания запросов (латентность сети).

Несмотря на то, что периферийные вычисления набирают популярность, не стоит сбрасывать со счетов локальные или облачные ЦОДы — всегда найдутся данные, которые нужно хранить и обрабатывать централизованно, однако цифровая инфраструктура, безусловно, меняется, о чем говорят аналитические исследования. По данным Gartner, в этом году свои локальные ЦОДы закроет 10% фирм, тогда как к 2025 г. от них избавится 80% предприятий. Перемещение рабочих нагрузок обуславливается различными бизнес-потребностями, собственно они и подгоняют стремительный рост периферийной инфраструктуры.

«Недавний рост бизнес-инициатив, напрямую связанных с ИТ и выходящих за рамки традиционного ИТ-бюджета, спровоцировал быстрый рост решений IoT, edge computing-окружений и „нетрадиционных“ ИТ. Кроме того, в ответ на жалобы клиентов на плохое обслуживание и связанное с ним падение корпоративной репутации предприятия начали уделять повышенное внимание созданию внешних приложений. Фокусировка на клиентские требования вынуждает многие организации переосмыслить размещение определенных приложений исходя из их сетевой активности, скопления групп клиентов и геополитических ограничений (например, из-за вступивших в действие положений GDPR, а также других регуляторных ограничений)», — говорится в отчете Gartner.

Пока что edge computing не стоит рассматривать как панацею. Дело в том, что у них есть узкое место — обязательная подключенность, которая может характеризоваться перебоями, низкой пропускной способностью и/или высокой латентностью. Эти проблемы не позволяют большому количеству периферийных смарт-устройств работать с ПО (особенно это касается требовательных ИИ-приложений или программ для машинного обучения), которому необходимо постоянное, бесшовное подключение к центральным облачным серверам или промежуточным узлам (нодам), которые формируют «туманную» вычислительную инфраструктуру (fog computing). Она требуется для управления работой устройств, обслуживания сетевых коммуникаций и обработки данных поблизости от источника их генерации через облачную инфраструктуру. Как и edge computing, это молодая технология и решения на ее базе только начинают появляться.

Gartner поместила периферийные вычисления на самом верху Hype Cycle 2018 for Cloud Computing, поэтому к ним нужно относиться с осторожностью. Существует большая доля вероятности, что многие компании столкнутся с проблемами при их развертывании, поскольку пока что ощущается нехватка отработанных практик внедрения, отсутствие достаточной элементной базы и отраслевых стандартов. Возможно, стоит дождаться, когда почва для внедрения edge-технологии станет более подготовленной.

**Что говорят эксперты**

Периферийные вычисления — относительно новая концепция, которую часто связывают с туманными вычислениями, и относительная близость этих технологий вносит сумятицу в умы потребителей, мало знакомых с тонкостями технологий. Ниже приводятся выдержки из отчетов аналитических компаний и пояснения экспертов, которые прояснят ситуацию.

**Futurum Research:** «В отличие от облачных вычислений, которые для обработки и анализа данных всецело полагаются на ЦОДых и пропускную способность каналов, edge computing проводит обработку входной информации поближе к краю сети, то есть там, где накапливаются данные. Периферийные вычисления — подкатегория fog computing, которая фокусируется на обработке и анализе на уровне сетевых узлов — де факто должны рассматриваться как элемент туманных вычислений».

**State of the Edge 2018:** «Последовательный перевод вычислительных мощностей на периферию сети связан с желанием компаний повысить производительность приложений и сервисов, а также снизить эксплуатационные затраты и обеспечить надежность инфраструктуры. Сокращая расстояние между устройствами и облачными ресурсами, которые их обслуживают, периферийные вычисления тем самым уменьшают нагрузку на сеть, понижают латентность и снимают ограничения на пропускную способность сегодняшнего Интернета, вводя новые классы приложений. С практической точки зрения это означает распределение новых ресурсов и пакетов ПО между современными централизованными ЦОДами и все большим количеством устройств, которые находятся в непосредственной близости как к сети, так и инфраструктуре».

**451 Research/OpenFog Consortium:** «Корни fog computing произрастают из того же места, где берет начало edge computing. Под edge-устройствами мы подразумеваем устройства, которые занимаются сбором данных. Они могут располагаться в промышленном оборудовании, автомобилях, „умных“ медицинских приборах, оснащенных средствами вычислительний, и других системах с соответствующим прикладным ПО и возможностями подключения к распределенной „туманной“ аналитике. Охват fog computing простирается от edge-девайсов до локальных ЦОДов и других ресурсов, включая возможности мультисервисного доступа (multi-access-edge, MEC) внутри предприятия или транспортных сетей мобильного оператора, промежуточные вычисления, мощности хранения хостинг-провайдеров, межсоединения, колокейшн и, в конечном итоге, заканчивая поставщиками облачных услуг. Fog-узлы интегрируются или помещаются во всех вышеуказанных компонентах и являются участниками общей распределенной аналитической системы».

**Дэвид Лиcикэм, директор по облачным стратегиям Deloitte Consulting:** «Edge computing значит, что вычисления, СХД располагаются на периферии, то есть как можно ближе к компоненту, устройству, приложению или человеку, в том месте, где производится обработка данных. Цель такого расположения состоит в том, чтобы устранить задержки в обработке данных. Другими словами, их не нужно перемещать с края сети в центральную вычислительную систему и затем обратно. Термин „fog computing“ придумала Cisco. Он обозначает расширенные возможности вычислений, выполняемых на периферии сетей. Компания выпустила свой первый продукт на базе fog computing в 2014 г., чтобы донести облачный компьютинг до периферии сети. В сущности, fog — это стандарт, а edge — это концепция. Fog позволяет воспроизводить структуру в концепции периферийных вычислений, что дает предприятиям более гибкие рычаги для управления масштабируемостью и возможность вывести вычисления из централизованных систем или облака».

В стандартизирующих документах OpenFog Consortium описываются некоторые комбинации fog для различных сценариев многоуровневых систем IoT. Каждый туманный элемент может, в свою очередь, также представлять собой ячеистую сеть взаимосвязанных fog-узлов в виде подключенных автомобилей, дронов, смартфонов, системы управления дорожным трафиком в замкнутой области и др. В этих сценариях применения fog-узлы могут безопасно обнаруживать друг друга и коммуницировать между собой для обмена контекстной информацией, не выходя в опорную сеть для связи с центральным облаком.

**Рынок edge/fog computing**

По оценкам аналитиков B2B MarketsandMarkets, к 2022 г. объем рынка периферийных вычислений составит 6,72 млрд. долл. со среднегодовым темпом роста (CAGR, Compound Annual Growth Rate) на уровне 35,4%. Для сравнения, в 2017 г. его объем оценивался на уровне 1,47 млрд. долл. В качестве ключевых факторов роста рынка аналитики обозначили появление сетей IoT и 5G, увеличение числа интеллектуальных приложений и растущую нагрузку на облачную инфраструктуру. Сдерживающими факторами выступят связанные с edge computing проблемы безопасности и конфиденциальности, а также промедление с введением отраслевых стандартов и проблемы взаимодействия.

По данным MarketsandMarkets, в период 2017-2022 гг. среди вертикальных рынков сфера ИТ и телекоммуникаций завоюет наибольшую долю, а самым быстрорастущим сегментом рынка периферийных вычислений будет ритейл. Это связано с тем, что предприятия, которым придется столкнуться с высокой нагрузкой на сеть и растущими потребностями пропускной способности, будут вынуждены оптимизировать и расширить свою сеть радиодоступа (RAN), чтобы создать для своих приложений и сервисов эффективную мобильную среду mobile (или multi-access) edge computing (MEC). Эксперты говорят, что через несколько лет большие объемы данных, создаваемых датчиками IoT, камерами и маячками, которые используются в интеллектуальных приложениях, будут более эффективно собираться, храниться и обрабатываются средствами периферийных узлов сети, а не облака или локального ЦОДа.

Grand View Research придерживается более консервативного подхода, полагая, что рынок периферийных вычислений к 2025 г. не превысит 3,24 млрд. долл., но сохранит крайне высокий CAGR в течении прогнозируемого периода (2017-2025 гг.) — на уровне 41%. В географическом разрезе большая часть рынка будет приходиться на США и Канаду, что связано с широким распространением IoT-устройств в этих странах. Что касается вертикальных сегментов с самым высоким CAGR, то «благодаря возможностям хранения и вычислениям в режиме реального времени, которые предлагаются периферийными вычислительными решениями, среди лидеров окажутся сектор здравоохранения и биотехнологические (life sciences) кластеры, но наибольший рост покажет СМБ. В течение прогнозируемого периода его CAGR составит 46,5%. Исследователи связывают этот рост с умением СМБ расчетливо относиться к приобретению средств вычислений.

Самой оптимистичной оценкой роста рынка поделилась 451 Research. В прошлом году по заказу OpenFog она выпустила отчет Size and Impact of Fog Computing Market, в котором говорится, что к 2022 г. рынок туманных вычислений достигнет объема 18,02 млрд. долл. Для сравнения, в 2018 г. его объем составит 1,03 млрд. долл., в 2019-м оценивается в размере 3,7 млрд. долл. В период 2018–2022 гг. показатель CAGR составит феноменальные 104,9%.

Согласно 451 Research, в 2022 г. ведущее положение на рынке туманных вычислений с точки зрения его доли займут сектора коммунальных услуг, транспорт, здравоохранение, промышленность и сельское хозяйство. При этом экосистема туманных вычислений будет состоять из следующих компонентов: аппаратные средства, сетевое оборудование (7,7 млрд. долл.), ОС (1,03 млрд. долл.), платформы и приложения (3,90 млрд. долл.), средства обеспечения безопасности (964 млн. долл.), менеджмент (909 млн. долл.), туманные сервисы (3,71 млрд. долл.). На фоне других выделяются сегмент оборудования с долей в 42,1%, за которым следуют сегменты туманных приложений/платформ (21,5%) и туманных сервисов (20,4%). Неудивительно, что поставщики оборудования и облачных приложений/сервисов встали в очередь, чтобы поспеть к разделу пирога edge/fog.

Очевидно, что вскоре грядет шторм, вызванный быстро растущим числом подключенных к Интернету устройств и неизбежным появлением сетей с высокой пропускной способностью и низкой задержкой — 5G. В июньском отчете Ericsson Mobility Report говорится, что в то время как рынки компьютеров, ноутбуков, планшетов и (в меньшей степени) мобильных телефонов в период 2017–2023 гг. ожидает минимальный рост, то рынок устройств IoT дальнего радиуса действия ожидает стремительный рост на уровне 30% CAGR, а устройств IoT малого радиуса действия — на уровне 17% CAGR. Ежегодный прирост количества IoT-гаджетов составит 80% — если в 2017 г. их насчитывалось 17,5 млрд. штук, то в 2023 г. их общая численность достигнет 31,4 млрд.

Что касается 5G, то Ericsson ожидает, что первые коммерческие устройства (только для передачи данных) появятся не ранее II половины 2018 г., а первые 5G-смартфоны — в 2019 г. Компания прогнозирует, что в 2023 г. количество 5G-устройств преодолеет планку в 1 млрд. Резкий рост числа таких гаджетов будет обусловлен появлением в 2020 г. чипсетов третьего поколения. Первые модульные 5G IoT-устройства со сверхмалой задержкой для мониторинга и управления промышленными процессами ожидаются в 2020 г.

**Стандарты и организации**

Любая новая инициатива в области ИТ немыслима без наличия стандартов и передовых практик, но появляются они только после того, когда отраслевые концерны и организации прекратят «выяснять отношения». Примечательно, что одни и те же компании обладают членством сразу в нескольких отраслевых консорциумах, особенно на ранних этапах становления той или иной технологии, и edge/fog в этом смысле не являются исключением.

Торговая марка «fog computing», как уже говорилось, была придумана Cisco. Ее интересы представляет консорциум OpenFog, фундамент которого был заложен в 2015 г. ARM, Cisco, Dell, Intel, Microsoft и Edge Laboratory при Принстонском университете. В заявлении концерна излагается его миссия: «В нашу задачу входит создание архитектуры распределенных вычислений, сетей, хранилищ, элементов управления и ресурсов, которые будут поддерживать интеллект таких устройств IoT, как автономные машины, подключенные автомобили, а также множество других смарт-устройств. Участники OpenFog также будут разрабатывать новые операционные модели. Мы полагаем, что наша работа послужит толчком для следующего поколения IoT».

Близкий по духу туманным вычислениям edge computing продвигается EdgeX Foundry, Open Source-проект, организованный Linux Foundation. Цели EdgeX Foundry включают: создание и продвижение EdgeX как единой платформы, объединяющей периферийные вычисления IoT, сертификацию компонентов EdgeX для обеспечения совместимости и интероперабельности, предоставление инструментов для быстрой разработки периферийных IoT-решений по стандартам EdgeX, сотрудничество с соответствующими открытыми проектами, отраслевыми альянсами и соответствующими группами по стандартизации. В качестве отличий от других IoT-альянсов EdgeX Foundry приводит то преимущество, что для решения ключевых проблем совместимости ею разработана схема периферийных нодов из встроенных ПК, концентраторов, шлюзов, маршрутизаторов и локальных серверов, где «юг встречается с севером, востоком и западом» в распределенной туманной архитектуре IoT. В технический руководящий комитет EdgeX Foundry входят представители IOTech, ADI, Mainflux, Dell, Linux Foundation, Samsung, VMware и Canonical.

На рынке edge/fog присутствуют и другие отраслевые консорциумы. В их число входит EdgeCross, деятельность которого направлена на Японию. Он был учрежден в ноябре 2017 г. Omron, Advantech, NEC, IBM Japan, Oracle Japan и Mitsubishi Electric. Стоит также упомянуть и Industrial Internet Consortium, основанный в 2014 г. компаниями AT&T, Cisco, General Electric, Intel и IBM.

**Что говорят опросы**

В конце 2017 г. Futurum Research опросила более 500 североамериканских компаний численностью от 500 до 50 000 сотрудников, чтобы выяснить их отношение к периферийным вычислениям: что они думают об их внедрении, планируют ли развертывание технологии, намереваются ли инвестировать в нее и многое другое. Как показал опрос, почти три четверти (72,7%) компаний уже разработало стратегию по внедрению периферийных вычислений или доводит ее до состояния готовности. Кроме того, 93,3% проявили готовность инвестировать в edge computing в следующие 12 месяцев.

Исследователи пришли к выводу, периферийные вычисления являются предметом повышенного интереса для высокотехнологичных компаний. Они также отмечают, размер инвестиций в edge computing может серьезно разниться: если объем вложенных средств невелик, то и потери в случае неудачи будут невелики, а если он достаточно значимый, то и потери будут соответствующими.

71,8% респондентов заявили о важности edge-потоков данных для их бизнес-процессов, при этом критически важными их обозначило 22,2%, а довольно значимыми — 49,6%. Что в edge computing вызывает энтузиазм у предприятий? В качестве приоритетов называются «улучшенная производительность приложений», а также «аналитика/потоковая передача данных в реальном времени». Futurum интерпретирует эти приоритеты как отражение потребности в повышении операционной эффективности, предполагая, что относительно низкий рейтинг IoT-стратегии в ближайшие годы значительно повысится.

15,6% респондентов сообщили о стремлении отделить периферийные вычисления от облачных решений, что продиктовано соображениями безопасности данных и систем. Сообщается, что 63,9% опрошенных уже или развернули свои edge-решения (28,3%), или подыскивают для своих ЦОДов комбинированные аналитические решения (35,6%). Еще 20,5% респондентов не определились с тем, стоит ли объединить edge-инфраструктуру с облаком или содержать ее отдельно.

Консорциум OpenFog в декабре 2017 г. опросил 61 компанию-участницу по поводу их отношения к туманным вычислениям. Выяснилось, что впечатляющие 70% руководителей знают об этих инициативах. Об увеличении в 2018-м бюджетов на туманные вычисления сообщило 40% респондентов, у 51% опрошенных он остался неизменным, еще 5% поведали о снижении расходов. В основном edge-инициативами в компания занимаются отделы исследований и разработок (51%), в подавляющем большинстве случаев их основной сферой внимания являются приложения IoT (70%).

Проблемой номер один респонденты указали безопасность (32%), за которой следуют опасения относительно того, что edge — не проверенная временем технология, ей недостает интероперабельности и не понятен уровень окупаемости инвестиций (ROI). Больше всего респондентов интересуют проблемы с латентностью и пропускными возможностями fog-сетей. Опрос показал, что ведущими отраслевыми сегментами, использующими новинку, станут производство, «умные» города, транспорт, энергетика, здравоохранение и «умные» дома.

**Основные поставщики**

С учетом того, что edge/fog может высвобождать из ЦОДов часть рабочих нагрузок, неудивительно, что облачные гиганты предпринимают шаги для того, чтобы предотвратить их утечку. Что у них для этого имеется?

**Amazon**. AWS Greengrass основывается на существующих предложениях компании для IoT и Lambda (бессерверные вычисления) и обеспечивает подключение периферийных устройств по требованию.

«AWS Greengrass позволяет разработчикам добавлять функции AWS Lambda к подключенному устройству прямо из консоли управления AWS, после чего устройство переключается на локальный код для реагирования на события практически в режиме реального времени. AWS Greengrass также включает в себя возможности обмена сообщениями и синхронизации AWS IoT, поэтому устройства могут отправлять сообщения на другие устройства, не подключаясь обратно к облаку. AWS Greengrass дает клиентам возможность гибкого использования устройства при подключении к облаку, самостоятельно выполнять задачи и взаимодействовать друг с другом в единой, бесшовной среде», — заявляет компания.

Для работы с Greengrass периферийные устройства должны иметь как минимум 1-ГГц процессор ARM или x86, 128 Мб ОЗУ, дополнительные ресурсы для ОС, поддержку передачи сообщений и AWS Lambda. Согласно Amazon, Greengrass Core может работать на самых разных устройствах от Raspberry Pi до серверов.

**Microsoft.**Вышедшее в июне решение компании для IoT называется Azure IoTEdge. Оно позволяет контейнеризировать облачные рабочие нагрузки и локально запускать их на интеллектуальных устройствах, начиная с Raspberry Pi и заканчивая промышленным шлюзом.

Решение состоит из трех компонентов: модули IoT Edge, среда выполнения IoT Edge и IoT Hub. Модули IoT Edge представляют из себя контейнеры, которые используют службы Azure, сторонние службы или собственный код; они развертываются на устройствах IoT Edge и работают локально. Среда выполнения IoT Edge работает на каждом устройстве, управляя развернутыми модулями, а IoT Hub — это облачный интерфейс для удаленного мониторинга и управления устройствами IoT Edge.

Azure IoT Edge позволяет устройствам Интернета вещей запускать облачные сервисы, обрабатывать данные в режиме, близком к реальному времени, и обмениваться информацией с датчиками и другими устройствами, подключенными к ним. Благодаря технологиям машинного обучения и искусственного интеллекта платформа способна распознавать лица и предметы через систему видеонаблюдения, вести наблюдение, оповещать владельцев о рисках.

Одновременно с платформой вышло три сопутствующих сервиса: решение для регистрации устройств (DPM), менеджер безопасности и автоматическое управление устройствами (ADM). Первый предназначен для одновременной настройки и подготовки тысяч подключенных устройств, второй позволяет производителям устройств устанавливать собственные подсистемы безопасности (например, для выполнения криптографических вычислений и защиты данных от кражи), а третий дает возможность беспроводного развертывания модулей.

**Google.**В июле компания анонсировала два продукта для разработки и развертывания смарт-подключенных масштабируемых устройств: Edge TPU и Cloud IoT Edge. Edge TPU — это специально разработанная микросхема ASIC в микроскопическом форм-факторе, предназначенная для запуска моделей машинного обучения TensorFlow Lite на периферийных устройствах. Cloud IoTEdge — это программный стек, который оптимизирует облачные сервисы Google для работы с IoT-шлюзами и периферийными устройствами.

Cloud IoT Edge включает три основных компонента: среду выполнения для устройств класса шлюзов (хотя бы с одним процессором) для хранения, транспортировки, обработки и извлечения информации из edge-данных при взаимодействии с платформой Google Cloud IoT, среду выполнения Edge IoTCore, которая соединяет edge-устройства с облаком, и среду выполнения Edge ML на базе компонентов TensorFlow Lite с использованием предварительно подготовленных моделей машинного обучения. Edge TPU и Cloud IoT Edge находятся на стадии альфа-тестирования.

**Перспективы edge/fog computing**

Edge/fog — это технологии из разряда тех, которые раз в несколько лет или даже десятилетий меняют вычислительную парадигму. Подобный переход происходил тогда, когда место мейнфреймов заняли ПК, локальные ЦОДы начали трансформироваться в облачные. Сегодня вычисления двинулись в сторону сочетания существующих элементов с миллиардами интеллектуальных IoT- устройств, связанных друг с другом слоем «тумана» из шлюзов и узлов. Одной из самых больших проблем edge computing является медленная связь между IoT-девайсами, но появление мобильных сетей 5G устранит эту проблему.

Целевой аудиторией edge/fog скорее всего станет большинство секторов промышленности, которым требуется получить выгоду из своевременного анализа потоков IoT-данных. Наличие такого спроса означает богатые возможности для поставщиков всех уровней — разработчиков стандартов, производителей сетевого оборудования, вычислительной аппаратуры, СХД, разработчиков приложений и сервисов.

Источник: [PC Week Live](https://www.itweek.ru/themes/detail.php?ID=203666)

Темы: [Hi-Tech](https://news.myseldon.com/ru/rubric/1)

https://news.myseldon.com/ru/news/index/196329322