

*Разум, однажды расширивший свои границы,
никогда не вернется в прежние.*

Альберт Эйнштейн

На границе тучи ходят хмуро



Александр ГОЛЫШКО,
ведущий аналитик, АО «НПО РусБИТех»,
к. т. н.

При всей универсальности инфраструктура отнюдь не дешевая, а на уровне доступа может формироваться значительная задержка передачи данных от клиента к ЦОД и обратно, что в современном цифровом мире не приветствуется.

Туманные вычисления (Fog computing)

Уменьшить задержку, обеспечивая работу в реальном времени, можно, приблизив место обработки информации непосредственно к пользователю. Так появились туманные вычисления (Fog computing). Это технология, благодаря которой данные хранятся и обрабатываются в локальной сети между конечным устройством и ЦОД. Разумеется, весь «туман», в отличие от облака, находится ближе к пользователям, что

казалось бы, «конец истории» наступил, и в наше время отрасль инфокоммуникаций подошла к исключительно простой концепции своей архитектуры – ЦОД плюс канал связи к потребителю. У потребителя в этом случае стоит соответствующее его запросам конечное устройство, а в ЦОД программным образом формируются всевозможные сетевые конфигурации для генерации требуемых услуг. Собственно, именно так в упрощенном виде выглядит концепция облачных вычислений (Cloud computing), предусматривающая развитие технологии, которая позволяет хранить и обрабатывать данные удаленно в облаке. Однако, несмотря на то что облака уже трансформируются в гиперконвергентные «тучи», без инфраструктурных недостатков не обходится.

особенно важно для некоторых IoT-устройств, например датчиков в беспилотных автомобилях или на производстве. Туманные вычисления заточены под межмашинное взаимодействие и применяться могут в любой отрасли, где оно используется, – в производстве, здравоохранении, энергетике, финансовой сфере и др. В целом это децентрализованная система, которая фильтрует информацию, поступающую в ЦОД. В этом случае локальные серверы обрабатывают данные и отправляют в дата-центр только самые важные, а облако частично разгружается. Минусы тоже есть: децентрализованные сети менее надежны, чем сети больших ЦОД.

Туманные вычисления обеспечивают, как правило, межмашинные взаимодействия и применяются в производстве, здравоохранении, энергетике, финансовой и других сферах. В частности, они помогают решить проблемы с данными промышленных роботов. Подавляющая часть этих данных необходима только в месте работы робота, поэтому их обработку более эффективно и целесообразно

проводить здесь же. Дроны, которые исследуют земной ландшафт в различных целях (охрана, сельское хозяйство, контроль трубопроводов и ЛЭП и пр.), также генерируют огромное количество данных, которые нужны в течение очень короткого времени. Передача их в центральное облако весьма затратна и зачастую технически невозможна, а ожидание команды из центра – это потерянное время. От подобных устройств требуется только лишь распознавание воспринимаемых машинным зрением изображений, сбор значимых данных и отсылка их людям, которым эти данные нужны в определенный момент. Как правило, «туман» состоит из микрооблаков, микроЦОД, отдельных серверов, вынесенных из центрального ЦОД на периферию, поближе к источникам данных.

Интересно, что преимущества тех или иных вычислений можно определять с точки зрения эксплуатации оборудования и ПО. В частности, средний срок службы сервера в облачных ЦОД составляет около двух лет. Для бизнес-приложений, которые генерируют

большое количество данных, столь частый апгрейд оборудования не только сложен технически, но и весьма затратен. Вместо инвестиций ИТ-департаментам организаций приходится постоянно заниматься поддержанием соответствия своей ИТ-системы текущим требованиям бизнеса. Однако на границе сети в небольших распределенных дата-центрах, по мнению специалистов, компоненты серверной инфраструктуры могут служить до восьми лет. Исследования показывают, что решения, основанные исключительно на централизованном облаке Cloud, требуют гораздо больших инвестиций, чем базирующиеся на гибридной архитектуре Cloud+Fog.

Граничные вычисления (Edge Computing)

Еще ближе к пользователю находятся граничные (периферийные) вычисления (Edge Computing) – технология обработки и хранения данных непосредственно на конечном устройстве. При этом обеспечивается практически нулевая задержка передачи данных, а сами данные могут обрабатываться даже в отсутствие подключения к глобальной сети. Соответственно нет Интернета – нет и сопутствующих проблем с безопасностью, поскольку вся обрабатываемая информация остается на конечном устройстве. Однако в точке подключения придется приобрести и настроить оборудование, а также привлечь специалистов.

Что касается специалистов, то это не просто владельцы оконечных абонентских устройств, а соответствующий класс пользователей специфической иерархической ИТ-инфраструктуры, когда вычислительные ресурсы частично перемещаются из ядра (ЦОД) на периферию и располагаются в непосредственной близости от места создания первичных сырых данных для их первичной обработки перед передачей вышестоящему вычислительному узлу. Таким образом, сбор и анализ данных проводятся не в централизованной

вычислительной среде (ЦОД), а там, где генерируются потоки данных. Согласно оценкам McKinsey, объем мирового рынка оборудования для периферийных вычислений к 2025 г. составит 175–215 млрд долл.

Точки пересечения технологий

Сферы применения граничных и туманных технологий во многом пересекаются. В основном там, где проявляются основные

трехуровневая: Cloud Computing – Fog Computing – Edge Computing. Если бы архитектура была двухуровневой, ядру ИТ-системы пришлось бы иметь дело со слишком большим количеством входных потоков данных и контролировать бесперебойность работы всех устройств, что весьма непросто.

Итак, данные собираются на краю сети, если аккумулирующее их устройство обладает собственным интеллектом – проходят там первичную обработку, если нет – пересылаются в оборудова-

Нет Интернета – нет и проблем с безопасностью, поскольку вся обрабатываемая информация остается на конечном устройстве.

недостатки централизованных облачных вычислений – меньшая скорость передачи и задержки в анализе данных. Поэтому такие технологии используются, когда важна обработка информации в реальном времени, например в IoT/IIoT и VR/AR. На производстве граничные вычисления нужны для своевременного обслуживания оборудования, в нефтяной индустрии они помогут обнаружить неисправности и протечки, а в банковской сфере – выявить мошенничество, быстро принять решение по кредиту.

Во всех указанных ситуациях граничные вычисления помогают действовать без задержек, а, например, интеллектуальное оборудование на предприятиях не всегда требует подключения к облаку для выполнения расчетов. В подобных случаях проектировщики сетей делают ставку на децентрализацию и тем самым повышают эффективность обработки данных.

Архитектура систем

Как правило, архитектура систем Edge Computing

ние туманного слоя. Тот обрабатывает данные и принимает на их основе решения. Какие-то данные (сырые или агрегированные) отправляются в центр на хранение.

Иногда составляющие архитектуры обозначаются по-другому: промежуточный уровень именуется Edge, а граничный – Endpoint, но суть от этого не меняется.

В списке приоритетов

При передаче в облако скорость вычислений снижается, а задержка обмена данными растет. На базовом уровне задержка – это временной лаг между действием пользователя и получением ответа. По мере увеличения объемов собираемых и обрабатываемых данных для высокоинтенсивных алгоритмов искусственного интеллекта/машинного обучения его значение повышается, ведь аналитика, основанная на данных, должна приносить пользователям результат как можно быстрее.

Однако не только скорость принятия решений всегда находится в приоритете, поскольку данные могут различаться по их ценности

и назначению. Одни данные представляют наибольшую ценность в момент сбора. Спустя некоторое время их ценность быстро падает. Другие данные предназначены для накопления определенного объема, чтобы аналитика на их основе была релевантной.

Граничные и туманные вычисления позволяют анализировать данные до того, как они посылаются в центральное облако Cloud, в момент, когда их ценность максимальна. Например, хакерскую атаку или вторжение в систему можно предотвратить более эффективно, когда анализ выполняется непосредственно

ресурсов, поскольку на периферии, в граничных узлах, присутствуют программно-аппаратные комплексы от разных поставщиков. Именно виртуальные машины и контейнеры способны поддерживать работу в различных средах.

Разумеется, отсутствие постоянного доступа к Интернету по кабелю может препятствовать осуществлению Cloud, однако другие варианты сетевого подключения (к примеру, беспроводного) позволяют обеспечить гибкость вычислений от периферии до облака. В частности, сети 5G обеспечивают и высокую пропускную способность, и связь с низким уровнем

повышения производительности и снижения задержки для новых сценариев использования, таких как мобильность, игры, потоковое видео и IoT. Все это становится возможным благодаря сочетанию беспроводной и наземной (фиксированной связи) интернет-инфраструктур.

На практике MEC означает взаимосвязь между Edge Computing и мобильной связью в самом широком смысле, включая камеры наблюдения, телемедицину, видеостриминг и IoT/IIoT, игры (в том числе AR/VR), подключенные транспортные средства (в частности, беспилотники) и многое другое. В результате базовая концепция периферийных вычислений постоянно эволюционирует: не успел еще прижиться термин MEC в расшифровке «мобильные периферийные вычисления», как ему на смену приходит MEC в более широком смысле «периферийные вычисления с множественным доступом» (Multi-access Edge Computing).

MEC – это также система стандартов, разработанная некоммерческой группой ETSI. Кстати, около шести лет назад ETSI сменила термин «мобильный» на «множественный доступ», чтобы отразить резкое увеличение количества подключенных устройств и приложений, поскольку речь здесь идет не просто о смартфоне.

MEC преследует те же цели, что и в целом Edge Computing: перемещение большего количества вычислительных функций как можно ближе к месту, где генерируются данные и принимаются решения, чтобы обеспечить более быстрое и эффективное реагирование. Ожидается, что это откроет новые виды деятельности, требующие низкой задержки и/или высокой пропускной способности. Сразу же приходит на ум 5G. Специалисты даже трактуют MEC как «периферийный сервер в телекоммуникационной среде, включая 5G».

Серверы Edge Computing могут повысить производительность и уменьшить задержку в любом контексте, максимально приблизив вычислительные и другие ресурсы к месту, где они необходимы.

Специалисты трактуют MEC как «периферийный сервер в телекоммуникационной среде, включая 5G».

в месте возникновения нештатной ситуации. На ожидание пересылки данных в ЦОД уходит драгоценное время.

Извлечение из общего, большого объема данных той части, которую следует передать в Cloud (Data thinning), и отсеечение ненужных данных – важный процесс, при котором ценные данные отделяются от малоценных. В частности, беспилотный автомобиль генерирует массу промежуточных данных, которые не нужно хранить в ЦОД в течение длительного времени.

Казалось бы, в процессе развития концепции Edge и Fog Computing в итоге полностью заменят собой уже ставшие привычными облачные решения. Однако этого не случится, поскольку Edge и Fog Computing, по сути, являются не чем иным, как дополнением и расширением Cloud, и каждая из них решает свою задачу.

Стоит отметить, что, как и Cloud, Edge Computing использует виртуализацию сетевых

задержек для быстрой передачи данных и предоставления сервисов с периферии.

Мобильные периферийные вычисления (Mobile Edge Computing)

Наряду с Edge Computing логично существование мобильных периферийных вычислений (MEC – Mobile Edge Computing). Концепция MEC – это область пересечения периферии беспроводной сети и периферии инфраструктуры (фиксированной связи), там, где Интернет из сетей мобильной и фиксированной связи имеет точки обмена трафиком.

Размещая традиционную ИТ-инфраструктуру (каналы фиксированной связи) рядом с инфраструктурой мобильных сетей и прорабатывая технические детали для передачи данных между ними, операторы могут добиться существенного

Поскольку 5G предусматривает высокую скорость и низкую задержку, то эти две технологии хорошо сочетаются. Более того, их взаимосвязь гораздо глубже: широкая доступность сетей 5G (там, где это имеет место, разумеется), огромное количество оборудования и ПО, которые будут подключаться к этим сетям, не обойдутся без MEC.

Однако поскольку технология мобильной связи не распространяется на магистральные каналы связи от антенных мачт до дата-центров, информационные потоки из сети 5G могут легко перегрузить оптоволоконные сети, ЦОД и собственно облако. В свою очередь, MEC стремится приблизить мощность этих ресурсов к тому месту, где они необходимы. Получается, что MEC – кульминация перехода «всега и вся» в Cloud, после чего Cloud приближается ко всему остальному, что не может не радовать всех имеющих к этому отношение. А уже дальше все более сложные и важные приложения должны подключаться оборудованию Edge Computing.

Новые возможности MEC

Приближая вычислительную мощность к конечным пользователям, MEC открывает новые возможности как для частных лиц, так и для организаций. В частности, технология может помочь с другой ключевой задачей – обеспечением подключаемости сельских районов.

Потребности бизнеса в MEC продолжают расти по мере того, как технологии и IoT требуют большего количества вычислений, особенно в сельском хозяйстве, ветроэнергетике и нефтегазовой промышленности. Расширение использования датчиков для сбора огромных объемов данных в местах без высокоскоростного подключения будет стимулировать спрос на MEC, позволяющий выполнять точечный анализ и возврат агрегированных данных.

Таким образом, MEC может оказать выравнивающий эффект: перспективы IoT, ИИ, 5G и других

новых технологий не обязательно должны быть исключительной прерогативой крупных технологических компаний или жителей городов/пригородов. MEC не только наделяет пользователя гибкостью, но и обеспечивает новые доходы для владельца вышки сотовой связи. Выигрывают все, а региональный бизнес получает больше возможностей использования ИИ и анализа данных.

«Топливо» для IoT

Что касается Интернета вещей, то специалисты называют Edge Computing своего рода «ракетным топливом» для IoT. Исходя из сказанного выше, очевидно, что обеспечивается целый ряд пре-

над безопасностью и конфиденциальностью информации.

Наконец, благодаря наличию Edge Computing снижаются требования к емкости облачных хранилищ данных и пропускной способности сети, сокращаются соответствующие затраты, поскольку вместо отправки в облако большой объем данных с датчиков можно обрабатывать непосредственно на периферии.

Кейсы и прогнозы

Если судить по количеству кейсов, найденных специалистами компании McKinsey, то самыми продвинутыми по части использования граничных вычислений (24%) являются транспортные

Потребности бизнеса в MEC продолжают расти по мере того, как технологии и IoT требуют большего количества вычислений.

имущества и потенциальных возможностей именно для IoT.

Прежде всего, Edge Computing позволяет анализировать и фильтровать данные ближе к датчикам. Более того, в облако отправляются только релевантные данные.

Как уже упоминалось, задержка в производственном процессе может быть критически важной, например в случае сбоя на производственной линии. Малое время отклика, измеряемое в миллисекундах, критично для обеспечения безопасности ответственных и точных операций. В таких случаях ждать результата от облачной платформы IoT (и особенно IIoT) – слишком долго.

Edge Computing означает, что при необходимости конфиденциальные данные можно обрабатывать на месте, где они защищены от прямых сетевых подключений. Это обеспечивает более высокий уровень контроля

компании (причем еще до внедрения беспилотных автомобилей). Второе место (13%) принадлежит добывающим отраслям, которым необходимо отслеживать работу техники на удаленных объектах – шахтах, рудниках и скважинах. Третье (по 10%) делят между собой четыре сферы деятельности, и у каждой свои резоны использовать вычисления на границе.

Очевидно, к 2025 г. список лидеров (определяемый уже не количеством кейсов, а объемами продаж) изменится, что будет связано не только с повышением интереса публики к развлечениям, но и «сдвигом парадигмы» в части слома глобализации, отхода от мирового моногегемонизма и, вполне вероятно, очередного надвигающегося кризиса капиталистической модели развития. Как говорили классики, все-таки народ сначала интересуется хлебом и уже потом зрелищами. ■