

Методы управления интеллектуальной распределенной архитектуры сети связи 2030

Д. Н. Тараскин
СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
taraskindima@mail.ru

А.С.А. Мутханна
СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
ammarexpress@gmail.com

Аннотация. Новые технологии стремительно приближаются. В предстоящее десятилетие ожидается появление новых типов устройств, значительный рост количества интернет вещей, появление автономной транспортной сети, в которую будут входить беспилотные автомобили. Трафик в такой сети обладает высокой мобильностью и плотностью, а также появляется необходимость в особых требованиях к задержке и надежности приложений, которые в таких сетях будут применяться. Для данных целей подойдет интеллектуальная распределенная архитектура. В статье рассматриваются методы управления такой архитектурой. Для повышения ее надежности и масштабируемости используются технологии граничных вычислений (МЕС) и концепция программно-конфигурируемых сетей. С целью уменьшения нагрузки на сеть, а также задержек, используется технология D2D для обмена данными между устройствами. Такая архитектура предлагает структуру, обладающую высокой надежностью и ультрамалыми задержками.

Ключевые слова: технология граничных вычислений с множественным доступом, виртуализация сетевых функций, программно-конфигурируемые сети, оркестратор

I. ВВЕДЕНИЕ

Крупная цифровая трансформация, происходящая сегодня во всем мире, представляет широкий спектр приложений и услуг, начиная от умных городов, взаимодействия между транспортными средствами и заканчивая виртуальной реальностью (VR) / дополненной реальностью (DR) и удаленной хирургией. Управление сетью, которая должна обеспечивать основные требования для всех этих приложений с помощью единого набора сетевых функций, является актуальной задачей в связи со сложностью такой сети.

Для решения этих проблем предусмотрена пограничная вычислительная технология между пользовательским оборудованием и облачной серверной системой. Главный принцип граничных вычислений с множественным доступом (МГВ) – расширить возможности облачных вычислений до границ сотовых сетей, размещая вычислительные ресурсы из центров обработки данных у границ сети радиодоступа, где к ним напрямую обращаются устройства и приложения распределенной сетевой архитектуры [3]. Кроме того, применение интеллектуальных функций обработки данных при помощи технологий искусственного интеллекта (ИИ), обеспечит расширенные сетевые возможности для новых

появляющихся сервисов и приложений. Основой интеллектуальных граничных вычислений (ИГВ) является сбор, обработка, анализ данных и предоставление значений на основе их интеллектуальной обработки.

Поскольку серверы ИГВ располагаются близко к источнику информации, они имеют прямой доступ к устройствам и их ресурсам [4]. Эта близость очень полезна, так как с ее помощью удастся сократить задержку, чтобы улучшить взаимодействие с устройствами и минимизировать перегрузку в других частях сети.

II. КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ГРАНИЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ИГВ

ИГВ – это концепция сетевой архитектуры, которая обеспечивает возможности пограничной сети и обработки данных для пограничной аналитики путем применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) [7].

Если сетевое оборудование предоставляет данные от оконечного объекта (ОО) облачным вычислениям, данные могут быть потеряны или возникнет сетевая задержка из-за узкого места в сети. Следовательно, существует потребность в оборудовании для надежного сбора и предоставления ценных данных в облачные вычисления, где выполняется их анализ. Более того, эффективный анализ больших данных осуществляется при помощи технологий машинного обучения (МО). С помощью ИГВ можно предоставлять высоконадежные и чувствительные к задержкам услуги, например, аварийная сигнализация для атомных электростанций или интеллектуальное управление светофорами [2].

Есть два важных аспекта: автономное управление сетью и интеллектуальная обработка данных. ИГВ может состоять из четырех основных объектов, изображенных на рис. 1:

1) *граничный сетевой объект (ГСО) – объект, который обеспечивает подключение ИГВ к ОО с использованием гетерогенных беспроводных технологий;*

2) *интеллектуальный вычислительный объект (ИВО) – объект, который выполняет функции анализа данных на основе собранной информации. Помимо пограничной аналитики, он должен контролировать ОО на основе результатов анализа данных;*

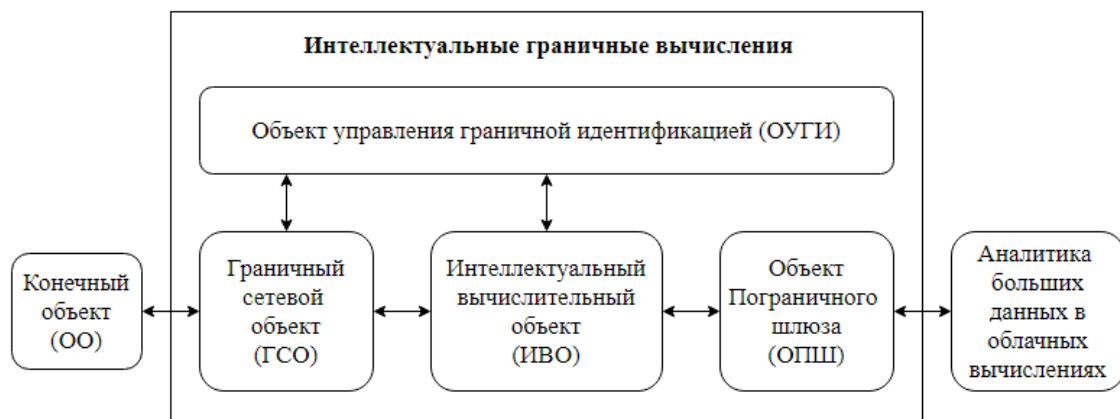


Рис. 1. Архитектура интеллектуальных пограничных вычислений

3) *объект пограничного шлюза (ОПШ)* – объект, который обеспечивает функцию взаимодействия с внешними объектами, включая другие ИГВ или аналитику больших данных в облачных вычислениях;

4) *объект управления граничной идентификацией (ОУГИ)* – объект, который предоставляет функцию управления. Она хранит идентификационные данные объектов ОО, ГСО, ИВО и ОПШ, в качестве идентификатора выступают имена данных. ОУГИ также сопоставляет эти идентификаторы с метаданными, такими как местоположения ИВО и ОПШ.

III. АРХИТЕКТУРА ОРКЕСТРАЦИИ ИГВ

В этом разделе определяется архитектура оркестрации, которая состоит из функций, позволяющих обеспечивать пограничный анализ данных, делая его интеллектуальным.

На рис. 2 представлена архитектура оркестрации ИГВ. Она состоит из множества функциональных блоков, развернутых в каждом объекте ИГВ.

Функции в архитектуре ИГВ можно разделить на 3 части: функции, связанные с пограничной сетью; функции, связанные с управлением идентификацией; функции, связанные с обработкой данных.

А. Функции пограничного анализа данных

В граничном сетевом объекте для подключения конечных устройств и их идентификации применяются функции управления каналом ОО и функции управления идентификацией ОО. Первая группа функций устанавливает связь терминала и ИГВ с помощью протоколов канального уровня, позволяя применять различные технологии и протоколы беспроводных сетей. Вторая группа функций отвечает за идентификацию ОО и данных, которые они генерируют [1].

Внутри объекта ИВО функции пограничной сети и управления идентификацией обеспечивают систему

сообщений и обработку данных между объектами ИГВ. Функции управления PULL и PUSH-сообщениями представляют собой систему запросов и ответов, а функции управления идентификацией используются для регистрации определенного сетевого объекта в ОУГИ [5].

Объект пограничного шлюза, при помощи функций управления взаимодействием, обеспечивает связь с другими интеллектуальными системами граничных вычислений или с облачными вычислениями. Функции управления идентификацией ИГВ необходимы для записи уникального идентификатора данного интеллектуального вычислительного объекта в ОУГИ.

В. Функции интеллектуальной обработки

Для поддержки сбора данных и управления окончательными элементами, в объекте ГСО реализованы функции сбора данных и функции контроля и управления ОО. Первые используются для сбора необработанных данных, а вторые необходимы для управления работой окончательных элементов [4].

Ниже приведены функции ИВО для анализа данных с применением ИИ:

1) *функции агрегирования* аккумулируют необработанные данные от ОО и могут поддерживать систему очередей для обеспечения приоритизации потоков данных;

2) *функции анализа* применяют модель машинного обучения к агрегированным данным. Модель машинного обучения может обновляться динамически при взаимодействии с сервером Big Data в облачных вычислениях;

3) *функции управления хранилищем* содержат результаты пограничной аналитики и агрегированные данные;

4) *функции пограничной аналитической модели* запрашивают модель машинного обучения у сервера облачных вычислений.

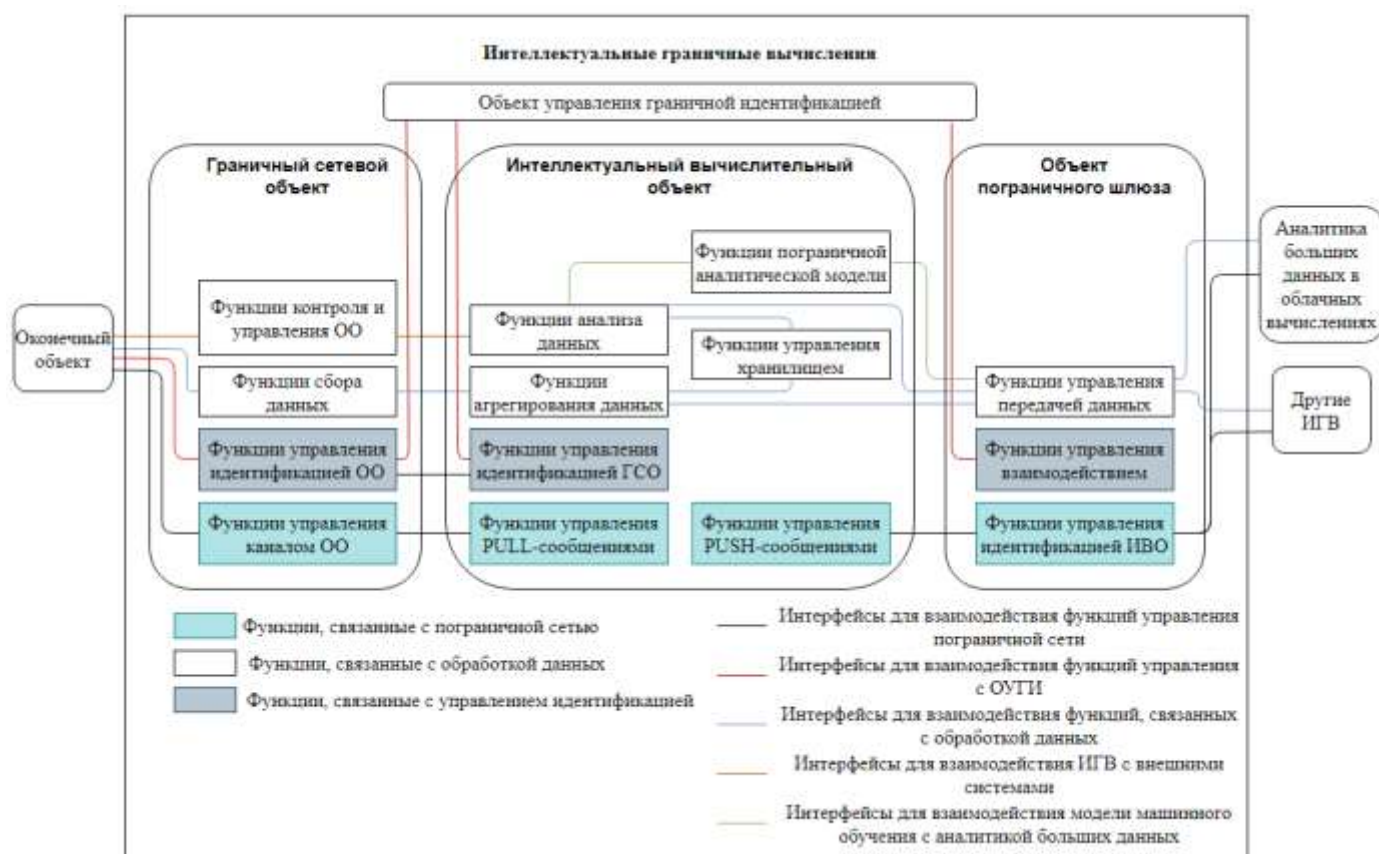


Рис. 2. Общая архитектура оркестрации ИГВ

Внутри объекта пограничного шлюза содержатся функции управления передачей данных в другие системы, такие как сервер Big Data или другие ИГВ.

IV. ВЫВОДЫ

В данной работе был рассмотрен основной метод управления интеллектуальной распределенной архитектуры, а именно интеллектуальные граничные вычисления, показана основная концепция ИЕС [7], а также основные принципы работы сигнализации в этой системе.

Исследование выполнено в рамках выполнения ПНИ по государственному заданию СПбГУТ на 2021 год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Бородин А.С., Волков А.Н., Мутханна А.С.А., Кучерявый А.Е. Искусственный интеллект в сетях связи пятого и последующих поколений // Электросвязь. 2021. № 1. С. 17-22.
- [2] Мутханна А.С. Интеллектуальная распределенная архитектура сети связи для поддержки беспилотных автомобилей // Электросвязь. 2020. № 7. С. 29-34.
- [3] Madhusanka Liyanage, Pawani Porambage, Aaron Yi Ding. Five Driving Forces of Multi-Access Edge Computing. 2018. С. 1-6.
- [4] Alisa Devlic, Ali Hamidian, Mats Eriksson, Deng Liang. NESMO: Network Slicing Management and Orchestration Framework. 2017. С. 1-7.
- [5] Ian F. Akyildiz, Ahan Kak, Shuai Nie. 6G and Beyond: The Future of Wireless Communications Systems. 2020. С. 12-17.
- [6] Adel Nadjaran Toosi, Redowan Mahmud, Qinghua Chi, Rajkumar Buyya. Management and Orchestration of Network Slices in 5G, Fog, Edge and Clouds. С. 5-16.
- [7] ITU-T Q.5001. Signalling requirements and architecture of intelligent edge computing. 2018. 25 с.