Умный город

В наше время большинство крупных городов начинают изучать возможность применение модели «умного города». Различные передовые технологии используются для повышения качества жизни своих жителей и для повышения эффективности использования городской инфраструктуры. Эти технологии находят свое применение в медицине, транспорте, образовании, энергетике и во многих других областях. Примерами таких технологий являются:

* Wireless Sensor Networks (WSNS) – используются для отслеживания состояния и инфраструктуры умного города в режиме реального времени.
* Internet of Things (IoT) – облегчает интеграцию физических объектов в городскую сеть
* Cyber-Physical Systems (CPS) – используется для обеспечения связи между физическим и кибермиром в умных городах
* Робототехника, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) – используется для обеспечения автоматизации и предоставления полезных услуг
* Туманные вычисления – используются для обеспечения поддержки с низкой задержкой определения местоположения, лучшей поддержки мобильности, а также потоковой передачи и поддержки в режиме реального времени для приложения «умного города»
* Облачные вычисления – обеспечивает эффективную платформу для хранения и вычисления данных для поддержки приложения «умного города»
* Анализ больших данных – используется для принятия оптимизированных и интеллектуальных краткосрочных или долгосрочных решений, на основе полученных данных для улучшений действий «умного города»

Данные технологии дают много преимуществ и дополнительных услуг для «умного города»

Туманные вычисления

Развитие Internet of Things (IoT) дало толчок для развития и распространения различных типов устройств в компьютерных сетях по всему миру.

Как правило, подобные устройства генерируют большое количество неоднородных, зашумленных данных. Информация, поступающая с подобных устройств, обычно обрабатывается центрами обработки данных (ЦОД), часто с использованием облачных технологий. Однако в последнее время получила развитие концепция так называемых туманных вычислений. Туманные вычисления – это горизонтальная архитектура системного уровня, которая распределяет ресурсы и службы (такие как вычисления, хранение данных, управление и организация сети) между облачной вычислительной средой (ОВС) и конечным устройством/узлом. Данная архитектура основана на моделях IoT, 5G и ориентирована на задачи, требованиями к которым являются: – ограниченные вычислительные ресурсы; – высокая пропускная способность сети; – сверхнизкая задержка прохождения сигнала; – повышенные меры безопасности. Этот подход расширяет традиционную модель облачных вычислений, позволяя выполнять обработку данных локально. Туманные вычисления сохраняют все преимущества облачных вычислений, таких как контейнеризация, виртуализация, оркестровка, управляемость и эффективность [1]. Туманная модель вычислений перемещает обработку данных и принятие решений из облака ближе к оконечным узлам, вплоть до датчиков и исполнительных механизмов IoT.

Архитектура туманных вычислений находит широкое применение в различных отраслях и рынках (среди них транспорт, сельское хозяйство и смарт-города)

Рассмотрим различные типы связей между узлами в туманных вычислениях. Можно выделить три типа связей:

* Node-to-Cloud
* Node-to-Node
* Node-to-Device

Соединение Node-to-Cloud сохраняет протоколы интернет-коммуникаций и API-интерфейсы, которые используются облачными серверами для взаимодействия с внешними устройствами (включая устройства IoT, персональные мобильные устройства, терминалы, автономные компьютеры и серверы). Почти все эти коммуникации в настоящее время осуществляются с помощью наборов протоколов, представленных в табл. 1.

Таблица №1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Приложения | Протоколы | |
| Передачи данных | Безопасность |
| Для предприятия | SOAP over HTTP | WSS |
| Мобильные и пользовательские | RESTful HTTP/COAP | TLS/DTLS |

Соединение Node-to-Node. Распределенная туманная вычислительная платформа (ТВП) может состоять из иерархии туманных узлов, охватывающих несколько интернет-подсетей или административных доменов. Эти узлы ТВП должны взаимодействовать друг с другом, используя шаблон издатель-подписчик (на основе событий) и клиент-серверных сообщений, что позволит обеспечить прямое и своевременное взаимодействие. Для реализации этих парадигм обычно используются стеки протоколов, представленные в табл. 2.

Таблица 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Приложения | Протоколы | |
| Передачи данных | Безопасность |
| Клиент-сервер | SOAP, RESTful HTTP/COAP | WSS, TLS/DTLS |
| Издатель- подписчик | MQTT, AMQP, RTPS | TLS/DTLS |

Соединение Nod-to-Device. Данная связь описывает соединение между узлом и конечными устройствами. Эти устройства могут быть связаны с узлом с помощью различных коммуникационных протоколов (через различные коммуникационные среды). С использованием стека протоколов (TCP/UDP/IP) были предприняты усилия по конвергенции протоколов между беспроводными сетями, проводными сетями и промышленной автоматизацией. Таким устройствам доступно только ограниченное множество криптографических функций (симметричные шифры, которые используют установленные вручную ключи). Эти устройства должны быть установлены в физически защищенных средах и подключены через аппаратные соединения к одному или нескольким узлам тумана, которые могут обеспечить большинство служб безопасности. В табл. 3 представлены протоколы взаимодействия для связи Node-to-Device.

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень | Протоколы |
| PHY & MAC Layer | WLAN: 802.11, WPAN: 802.15, PLC: PRIME, Automation: CIP |
| Wireless Protocol Stacks | Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee |
| Adaptation Layer | WLAN/WPAN: 6LowPAN, PLC: PRIME IPv6 SSCS, Automation: Ethernet/IP |
| Transport/Network Layers | UDP over IPv6, TCP over IPv6, IPv6 Stack |
| Application Layer (Publish-Subscribe Messaging) | CoAP, MQTT, AMQP, RTPS |
| Routing | RPL, PCEP, LISP (Cisco) |
| Security | 802.1AR – Secure Device Identity 802.1AE – Media Access Control (MAC) Security 802.1X – Port-Based (Authenticated) Media Access Control IPsec AH & ESP, Tunnel/Transport Modes (D)TLS – (Datagram) Transport Layer Security |