

Методы построения сверхплотной сети e-health с использованием граничных вычислений

М. В. Захаров¹, Р. В. Киричек²

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

¹zaharov.spbgut@gmail.com, ²kirichek@sut.ru

Аннотация. Currently, the task of analyzing the chemical composition of food or medicines is becoming more and more urgent. Thanks to the advent of personal portable and autonomous e-health devices, such analysis has become possible in the normal everyday conditions, which can lead to a periodic high concentration of subscribers in a small area, for example, in shopping centers or pharmacies. To solve the problem of servicing subscribers and providing services with the required QoS parameters, it is proposed to use methods for building an e-health ultra-dense heterogeneous network using edge computing.

Ключевые слова: e-health; high dense networks; edge computing, molecular analysis

I. ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных и постоянно развивающихся направлений современной науки является электронное здоровье (e-health) и его приложения. Каждый человек заботится о своём здоровье и хочет употреблять в пищу качественные и свежие продукты, которые не имеют химических примесей и добавок. В этом вопросе рядовой покупатель вынужден доверять производителям продуктов питания на основе информации на упаковке. Примерно также дело обстоит и с лекарственными средствами.

В настоящее время появляется все больше миниатюрных портативных и автономных устройств e-health [1], которые могут производить качественный и количественный анализ состава продуктов питания и лекарственных средств в режиме реального времени [2], [3].

Большинство из этих устройств e-health, таких как персональные портативные инфракрасные микроспектрометры [4], [5] или устройства, работающие на основе иных физических принципов [6], [7], не могут выполнять анализ самостоятельно. Для их работы требуется, чтобы они взаимодействовали со смартфоном или иным персональным телекоммуникационным устройством. Это устройство обрабатывает первичные данные, полученные от устройства e-health, и отображает результаты анализа в удобном для восприятия пользователя виде. Передача первичных данных между устройством e-health и смартфоном обычно происходит на короткие расстояния и осуществляется с помощью технологий Wi-Fi или Bluetooth.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №19-37-90140

Часто для проведения более подробного и детального анализа и обработки первичных данных, полученных в ходе анализа продуктов питания и лекарственных средств, а также для их централизованного накопления и хранения необходимо обеспечить взаимодействие с удаленным облачным сервером через сеть Интернет.

II. МОДЕЛЬ СЕТИ

Поскольку в будущем число описанных выше устройств e-health будет только расти, вместе со спектром предоставляемых ими услуг, необходимо рассмотреть основные задачи, решение которых связано с построением сверхплотной гетерогенной сети e-health.



Рис. 1. Структура сети

Первая задача: обеспечение доступа к услугам абонентам с различными типами терминалов и технологий доступа (Wi-Fi, Bluetooth и т.д.) к сетям связи общего пользования (ССОП). Данная задача может быть решена использованием гетерогенных шлюзов, которые могут также обеспечить конвертацию первичных данных анализа в вид, более удобный для дальнейшей передачи в ССОП [8].

Вторая задача: обеспечение доступа абонентам при условии периодической высокой концентрации абонентов на небольших по размеру площадях, например, в торговых центрах или аптеках. Данная задача может быть решена использованием дополнительных временных точек доступа, которые автоматически активируются при превышении пороговых значений концентрации абонентов [9], [10].

Третья задача: необходимость передачи для обработки на удаленном облачном сервере больших объемов первичных данных. Данная задача может быть решена использованием граничных шлюзов (edge gateway) для проведения граничных вычислений и снижения объема данных, который необходимо передавать на удаленных облачный сервер [11], [12].

Четвертая задача: выбор оптимального маршрута для передачи первичных данных для обработки и обеспечение требуемых показателей QoS. Эта задача может быть решена применением технологии IP-Anycast, VXLAN и др.

Дополнительно также можно рассмотреть услуги позиционирования, которые могут потребоваться для экстренной передачи информации в медицинские учреждения с обеспечением определения географического расположения пользователя.

III. ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ

Поскольку основной целью предложенных методов построения сверхплотной сети e-health с использованием граничных вычислений является улучшение показателей качества обслуживания абонентов, необходимо подробнее оценить эти параметры.

Для начала оценим задержку на граничном шлюзе, которая будет составлять:

$$D_{Edge} = \frac{a \times x}{c}, \text{ где:}$$

a – процент данных, обрабатываемых граничным шлюзом,

x – объем данных для обработки на граничном шлюзе,

c – вычислительная мощность граничного шлюза.

Задержка передачи данных при прохождении World Area Network (WAN) будет составлять:

$$D_i^{WAN} = b_i + p_i + t_i, \text{ где:}$$

b_i – время нахождения пакета в очереди на обработку на каждом транзитном узле сети i ,

p_i – время обработки пакета на каждом узле сети i с целью его дальнейшей передачи по сети,

t_i – время нахождения пакета в линии связи при передаче между узлами сети.

Задержка вычислений на облачном сервере будет составлять:

$$D_{Cloud} = \frac{y}{z},$$

где:

y – объем данных для обработки на облачном сервере,

z – вычислительная мощность облачного сервера.

Итоговая задержка будет составлять:

$$D_{Sys} = D_{Edge} + D_{WAN} + D_{Cloud}$$

Составляющие суммарной задержки D_{Sys} представлены на рис. 2.

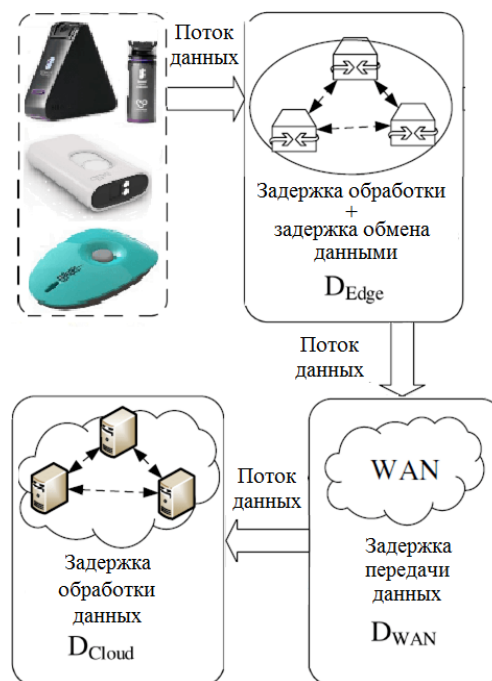


Рис. 2. Составляющие суммарной задержки D_{Sys}

IV. ВЫВОДЫ

В статье рассмотрены основные задачи, которые необходимо решить для организации предоставления услуг e-health по качественному и количественному анализу состава продуктов питания и лекарственных средств в режиме реального времени с соблюдением требований к QoS в условиях реальной жизни, когда возможна периодическая высокая концентрация пользователей в сравнительно небольшом пространстве, например, в гипермаркетах или аптеках. Также рассмотрены необходимые для реализации архитектуры сети узлы и представлены формула для оценки суммарной задержки передачи данных D_{Sys} .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ахмед А.А., Блиников М.А., Пирмагомедов Р.Я., Глушаков Р.И., Кучерявый А.Е. Обзор современного состояния e-health // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Т. 5, № 3. С. 1-13.
- [2] Y.J. Thong, T. Nguyen, Q. Zhang, M. Karunanithi, L. Yu, "Predicting food nutrition facts using pocket-size near-infrared sensor", // 2017 39th Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. (EMBC), pp. 742-745, May 2017.
- [3] M. Grossi, E. Valli, V. T. Glicerina, P. Rocculi, T.G. Toschi, B. Riccò, "Practical Determination of Solid Fat Content in Fats and Oils by Single-Wavelength Near-Infrared Analysis", // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 8, pp. 1-8, March 2019.
- [4] SCiO – The World's First Pocket Sized Molecular Sensor, Consumer Physics. [Online]. Available: <https://www.consumerphysics.com>
- [5] Tellspec scanner, Tellspec Inc. [Online]. Available: <http://tellspec.com/en/>
- [6] Nima, the world's first connected food sensor, Nima Labs, Inc. [Online]. Available: <https://nimasensor.com/science-nima-understandingdevice/>

- [7] FOODsniffer – a smart kitchen tool to enjoy meals safely, ARS Labs. [Online]. Available: <http://www.myfoodsniffer.com>
- [8] Kulik V. The heterogeneous gateways in the Industrial Internet of Things / V. Kulik, R. Kirichek // 2018 10th International congress on ultra modern telecommunications and control systems and workshops (ICUMT). 2018. P 210-215.
- [9] Атея А.А., Выборнова А.И., Кучерявый А.Е. Многоуровневая облачная архитектура для услуг Тактильного Интернета // Электросвязь. 2017. № 2. С. 26-30.
- [10] Кучерявый А.Е., Бородин А.С., Киричек Р.В. Сети связи 2030 // Электросвязь. 2018. № 11. С. 52-56.
- [11] Recommendation ITU-T Q.5001 (2018), Signalling requirements and architecture of intelligent edge computing
- [12] Pham V.D., Hoang T., Kirichek R., Makolkina M., Koucheryavy A. (2019) Minimizing the IoT System Delay with the Edge Gateways. In: Vishnevskiy V., Samouylov K., Kozyrev D. (eds) Distributed Computer and Communication Networks. DCCN 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11965. Springer, Cham