

Перспективы применимости технологии блокчейн для беспроводной связи

Yulia Bardinova, Aleksandr Ometov

aleksandr.ometov@tuni.fi

Enecuum HK Limited, Hong Kong; Tampere University, Tampere, Finland

Расширенная аннотация

Мобильный трафик будущего характеризуется высокой степенью временных и пространственных изменений в современных сетях [1]. Сегодня эти изменения становятся менее предсказуемыми и часто остаются локализованными (происхождение и потребление контента в местах скопления устройств), например, из-за растущей популярности сервисов дополненной и виртуальной реальности (AR/VR) [2], [3]. Ожидается, что эта тенденция сохранится даже при развертывании технологий связи на основе mmWave, поскольку системы доступа 5G New Radio (NR), вероятно, будут поддерживать только изолированные области связи с широкой полосой пропускания [4]. Важно отметить, что актуальные версии стандартизации 5G NR являются важной и неотъемлемой вехой в эволюции технологии мобильной сотовой связи следующего поколения. Указывая радиоинтерфейс, который способен работать в полосах частот миллиметрового диапазона и, таким образом, иметь беспрецедентную пропускную способность для потоковой передачи видео сверхвысокой четкости, а также AR/VR и онлайн игры [5].

Поставщики оборудования и комитеты по стандартизации активно работают над разработкой решений для смягчения последствий пространственной и временной кластеризации мобильного трафика. Примечательно, что будущая технология 3GPP Integrated Access и Backhaul [6], как ожидается, обеспечит улучшенное управление доступом, лучшую оптимизацию маршрута и более высокую спектральную эффективность вместе с повышенной надежностью. Однако, использование этого решения характеризуется временем развертывания порядка десятков минут, что может быть непомерно большим для многих недолговечных приложений. Следовательно, эффективная обработка спонтанных всплесков трафика требует альтернативных подходов, которые полагаются на сетевые ресурсы, доступные локально.

Спонтанный короткоживущий трафик может быть выгружен на прямые соединения между устройствами (D2D) [7]. Эффективность такой разгрузки сильно зависит от доступности держателей контента в непосредственной близости, а также от их готовности делиться ресурсами, например, платной сотовой подпиской, зарядом батареи [8]. Естественным расширением D2D-связи является создание D2D топологий по требованию, которые могут положительно повлиять на маршрутизацию, следовательно, и надежность сети.

Эффективность многохоповых топологий на основе D2D во многом зависит от готовности пользователей делиться своими ресурсами в свете различных проблем, включая справедливость, анонимность и безопасность [9]. Если участвующие пользователи решат препятствовать развёртыванию сети, это может серьезно ухудшить возможности сети D2D – количество возможных путей для маршрутизации избыточного трафика, общую внутреннюю и сотовую пропускную способность сетки и т.д. Поэтому один из решающих факторов для улучшения эффективности локализованной выгрузки трафика заключается в использовании уровня инсентивизации устройств, который стимулирует пользователей делиться своими ресурсами в распределенной сети.

Работы [10] и [11] уже показали потенциал совместного использования в пиринговой системе. Одной из движущих сил является тот факт, что пользователи могут экономить деньги из-за потенциального стимулирования скидок, так что фактическая цена, которую нужно заплатить за использование беспроводного/вычислительного ресурсов, может быть возвращена им.

Применение логической сети инсентивизированной технологией блокчейн может потенциально увеличить вовлеченность пользователей относительно справедливости совместного использования ресурсов, побуждая их участвовать в совместной работе в сети. Такие сети взаимовыгодны как для системных операторов, так и для их клиентов. Клиенты получают лучшее качество обслуживания по той же цене, а также будут способствовать расширению сети оператора. В некоторых сценариях пользователи могут получать дополнительные вознаграждения от оператора за фиксацию своих ресурсов. Эти вознаграждения могут рассматриваться как инвестиции оператора в инфраструктуру разгрузки сети. Действительно, с точки зрения оператора, сетчатые топологии по требованию временно расширяют доступность сетевых услуг, а также улучшают качество получаемых услуг без дополнительных капитальных затрат.

Подход к решению и основные полученные результаты

Основной вклад этой работы заключается в повышении доли трафика, выгружаемого на многохоповую сеть узлов в географической близости, путем использования блокчейна в качестве инсентивизации конечного пользователя. Работа использует методы стохастической геометрии и глубокого анализа литературы для достижения своей цели. Численные результаты демонстрируют, что инсентивизация на основе блокчейна положительно влияет на вовлеченность пользователей.

Список основной использованной литературы по теме исследования:

- [1] B. Yang, et al. “Estimating Mobile Traffic Demand Using Twitter,” IEEE Wirel. Comm. Lett., vol. 5, pp. 380–383, Aug 2016.
- [2] M.S. Elbamby, et al. “Edge computing meets millimeter-wave enabled VR: Paving the way to cutting the cord,” in Proc. of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), pp. 1–6, IEEE, 2018.

- [3] V. Frascolla, et al. "5G-MiEdge: Design, standardization and deployment of 5G phase II technologies: MEC and mmWaves joint development for Tokyo 2020 Olympic games," in Proc. of IEEE Conference on Standards for Communications and Networking (CSCN), pp. 54–59, IEEE, 2017.
- [4] D. Moltchanov, et al. "Upper Bound on Capacity of 5G mmWave Cellular with Multi-connectivity Capabilities," *El. Lett.*, vol. 54, no. 11, pp. 724–726, 2018.
- [5] X. Lu, et al. "5G-U: Conceptualizing Integrated Utilization of Licensed and Unlicensed Spectrum for Future IoT," *IEEE Communications Magazine*, 2019.
- [6] 3GPP, "Study on integrated access and backhaul (Release 15)," 3GPP TR 38.874, July 2018.
- [7] A. Orsino, et al., "Effects of Heterogeneous Mobility on D2D-and Drone-Assisted Mission-Critical MTC in 5G," *IEEE Communications Magazine*, vol. 55, no. 2, pp. 79–87, 2017.
- [8] M. Nitti, et al. "When social networks meet D2D communications: A survey," *Sensors*, vol. 19, no. 2, p. 396, 2019.
- [9] M. Haus, M. Waqas, A. Y. Ding, Y. Li, S. Tarkoma, and J. Ott, "Security and Privacy in Device-to-Device (D2D) Communication: A Review," *IEEE Comm. Surv. & Tut.*, vol. 19, no. 2, pp. 1054–1079, 2017.
- [10] L. Militano, A. Iera, and F. Scarcello, "A fair cooperative content-sharing service," *Computer Networks*, vol. 57, no. 9, pp. 1955–1973, 2013.
- [11] L. Militano, et al. "When D2D communication improves group oriented services in beyond 4G networks," *Wireless Networks*, vol. 21, no. 4, pp. 1363–1377, 2014.