

КОНЦЕПЦІЯ ГРАНИЧНИХ ОБИЧИСЛИНЬ В МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ОПЕРАТОРА

Маньківський В.Б., Педько А.Д.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: v.b.mankivskiy@gmail.com , andreypedko99@gmail.com

На сьогоднішній день існують дві концепції граничних обчислень на підприємстві: установка фізичного обладнання та хмарні рішення. Блокчейн, як основна технологія нині популярної цифрової валюти Bitcoin, стала перспективною децентралізованою базою управління даними. Незважаючи на те, що блокчейн широко застосовується у багатьох програмах, його застосування в мобільних послугах все ще обмежене. Оскільки, витрачаються значні ресурси з точки зору часу та енергії процесора. Щоб полегшити програмам блокчейн у майбутніх мобільних системах крайові обчислення виступають рішенням. В роботі запропоновано концепцію крайових обчислень для мобільних блокчейнів.

Concept of edge computing in mobile operator network

Today, there are two concepts of mobile edge computing (MEC): the installation of physical equipment and cloud solutions. Blockchain, as the main technology of the now popular digital currency Bitcoin, has become a promising decentralized data management base. Although blockchain is widely used in many applications, its use in mobile services is still limited. Because, it consumes considerable resources in terms of CPU time and energy. To make blockchain programs easier on future mobile systems, edge computing is the solution. The paper proposes the concept of boundary computing for mobile blockchains.

Ключовою концепцією для гарантування цілісності та достовірності даних у блокчейн є обчислювальний процес, визначений як майнінг [1]. Щоб додати новий блок даних до поточного блокчейна, користувачеві блокчейна (miner) потрібно вирішити обчислювальний доказ роботи (PoW), щоб отримати хеш- значення, яке пов'язує попередній блок з поточним блоком. Багаторазовий протокол консенсусу дає нагороду успішному miner як стимул для вирішення PoW (Рис.1). Однак, завдяки необхідному внеску в обчислення PoW, вузли з обмеженими ресурсами, такі як Internet of Things (IoT) та мобільні пристрої не можуть безпосередньо брати участь у процесі видобутку, що представляє серйозну проблему в блокчейн-додатках для мобільних служб.

Мобільна крайова обчислювальна технологія (MEC – mobile edge computing) [2] була введена для використання доступної обчислювальної потужності в мобільних середовищах (Рис.1). Локальні центри обробки даних та сервери розміщуються постачальником послуг на «межі» мобільних мереж, таких як базові станції мереж радіодоступу. MEC - ключова технологія для задоволення суворих вимог із низькою затримкою мереж покоління 5G [3].

Мобільні пристрої можуть отримати доступ до крайових серверів, щоб підвищити їх обчислювальну здатність (наприклад, обробка даних зондування IoT). Завдяки цій функції крайові обчислення стають перспективним рішенням для мобільних блокчейн-додатків.

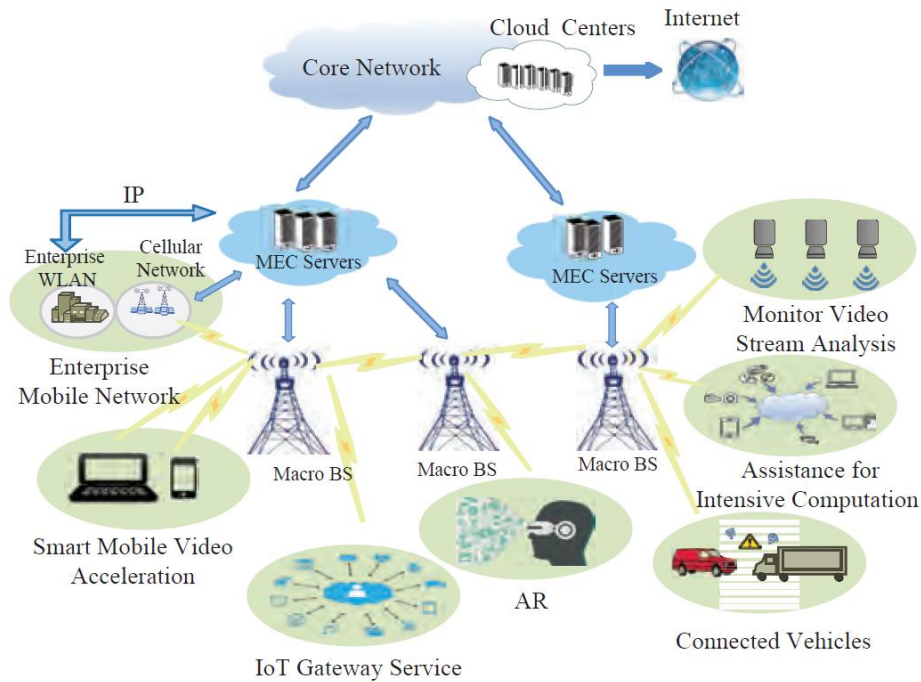


Рис. 1. Архітектура граничних обчислень в мережі мобільного Оператора.

Наприклад, у [4] автори запропонували механізм ціноутворення для стимулювання спільної комунікації між мобільними терміналами, що може значно зменшити як зв'язок, так і відключення акумулятора. У роботі розглянуто мобільну блокчейн-мережу з підтримкою крайових обчислень, де IoT або мобільні пристрої можуть отримувати доступ та використовувати ресурси або обчислювальні послуги від кращого постачальника обчислювальних послуг [5] для підтримки своїх додатків блокчейну.

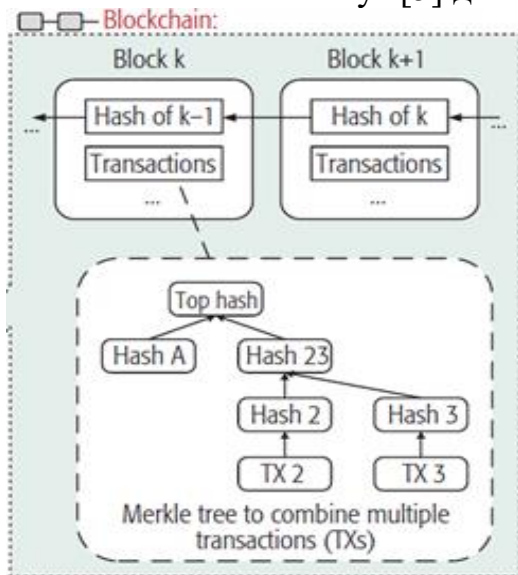


Рис. 2. Структура блокчейн

Блокчейн Architecture. Основна ідея блокчейн - це ланцюгова структура даних, яка також називається ланцюжком блоків або блокчейн. Кожен блок даних містить перевірені історичні дані або транзакції. Організація даних у Блокчейн: На Рис. 2 представлена схема структури блокчейна. Кожен блок в блокчейн зазвичай містить дві частини: дані транзакцій та хеш-значення. Дані про транзакцію записують користувачі або системи блокчейн (наприклад, мобільні пристрої). Значення хешу використовуються для зберігання кодованої або захищеної інформації.

Пошук консенсусу. Основна задача при використанні блокчейн – це необхідність того, щоб більшість користувачів змогли довести, що блок дійсний, він буде доданий до поточного блокчейна. Це процес консенсусу.

Поширений консенсус: Блокчейн може запропонувати більше, ніж криптовалюта для транзакцій та даних у недовірливих розподілених

мережах. Консенсус - це механізм забезпечення довіри до мережі, який означає, що користувачі в мережі зазвичай досягають згоди. Розгортання консенсусу корисно для розподілених обчислювальних систем з незалежними користувачами, наприклад мобільних мереж [6,8].

Розв'язуючи PoW, слід обчислити значення, яке робить значення хеша заголовка нижче, ніж задана "ціль складності". Підтвердження та забезпечення цілісності та дійсності угод виконуються набором miner. У багатьох системах блокчейн (наприклад, Bitcoin) miner, який успішно виконує блок, отримує винагороду за видобуток, коли добутий блок успішно додається до блокчейн. Консенсус гарантує безпеку та надійність систем блокчейн [7,9]. У мережі блокчейн, де майнінг коштує дорого, зловмисникам потрібно контролювати понад 51% усієї обчислювальної потужності в мережі, щоб маніпулювати.

Mobile Edge Computing (MEC) Services. Останнім часом блокчейн знайшов багато застосувань у різних мережах та розподілених системах; одна з них – IoT [4]. Однак пристрої IoT малопотужні та географічно розподілені. Обмежений обчислювальний ресурс та енергозабезпечення пристроїв IoT стають основними бар'єрами. Натомість мобільні пристрої можуть постачати обчислювальні та комунікаційні ресурси для мобільного блокчейна.

MEC [4,6] дозволяє постачальникам послуг розгортати хмарні обчислювальні послуги на «краю» мобільного Інтернету, як показано на Рис. 1. Наприклад, базові станції, обладнані невеликим центром обробки даних або набором серверів у мережах радіодоступу, здатні приймати завантажені завдання з сусідніх мобільних пристроїв та пристроїв IoT [6]. Взаємодія між крайовими постачальниками послуг обчислювальної техніки та користувачами IoT можна моделювати як ринкову діяльність, де постачальники продають такі ресурси, як дані та обчислювальна потужність, отримуючи дохід від користувачів IoT. На практиці реалізована аналогічна концепція, наприклад, Microsoft надає блокчейн як послугу (BaaS) на хмарній платформі Azure. Незважаючи на всі хмарні послуги блокчейн, економічні моделі транзакцій блокчейн в крайових обчислювальних системах недостатньо вивчені.

Концепт MEC для Mobile Блокчейн. Крайові обчислення для мобільних блокчейнів було реалізовано на наступному прототипу. У мережі мобільної мережі блокчейн вузли (наприклад, мобільні пристрої) повинні виконувати майнінг на крайовому обчислювальному сервері. Прототип використовує робочу станцію, як крайовий обчислювальний сервер, а мобільні пристрої як постачальники консенсусу. Вузли виконують роль miner, встановлюючи клієнтський додаток для мобільних блокчейнів. Робота виконана на прикладі криптовалюти Bitcoin, яка й досі не втрачає своєї популярності та є однією з найбільш часто використовуваних блокчейн-платформ. Мобільні пристрої підключаються до крайового обчислювального сервера через мережевий концентратор за допомогою клієнтської програми мобільного блокчейна. Основні етапи видобутку для експерименту:

1. Створено 1000 блоків за допомогою сервера Node.js.

2. На мобільних пристроях ініційовано видобуток блоків.
3. Гірники запитують обчислювальну послугу з сервера.
4. Приймають рішення про видобуток блоку.
5. Фіксуємо попит на обчислювальні послуги.
6. Змінюємо попит, в залежності від значення попиту іншого мінер.
7. Розмір блоку однаковий на всіх запитах.

Було досліджено два випадки: з п'ятьма та дев'яти мінер. У випадку з п'ятьма мінер спочатку зафіксовано попит на обчислювальні послуги (процент використання процесора) у 40 та 60 та зміна попиту іншого мінер.

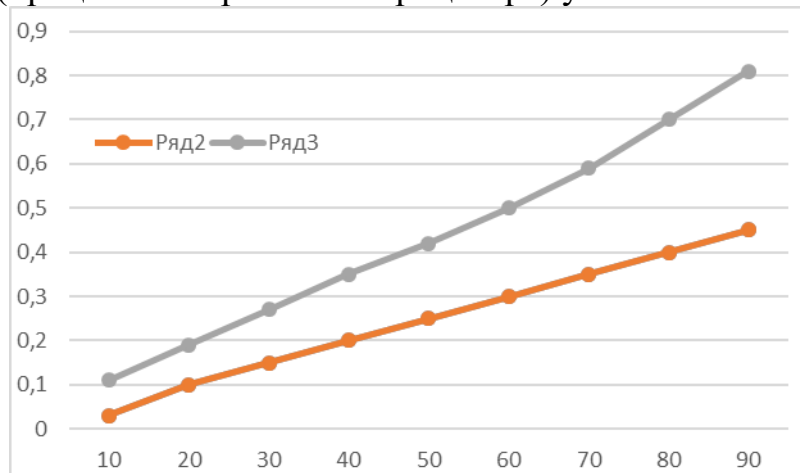


Рис. 3. Результати зміни попиту (ряд 2 – 5-ть мінер, ряд 3 – 9-ть мінер).

У випадку з дев'яти мінер ми фіксуємо попит трьох мінер на 40, 50 та 60 і змінюємо попит іншого мінер. Кількість транзакцій у кожному видобутому блоці становить 10. Результати експериментів показані на Рис. 3, на якому ми бачимо, що в міру збільшення попиту на обчислювальні послуги

в ймовірність того, що мінер успішно дістає блок, вище.

Ми також порівнюємо експериментальні результати з аналітичними результатами, отриманими в [5,8]. Очевидно, що аналітичні та експериментальні результати добре відповідають.

Література

1. R. Pass and E. Shi, "FruitChains: A Fair Blockchain," PODC'17 Proc. ACM Symp. Principles of Distributed Computing, Washington, DC, July 25–27, 2017, pp. 315–24.
2. S. Wang, et al., "A Survey on Mobile Edge Networks: Convergence of Computing, Caching and Communications," IEEE Access, vol. 5, 2017, pp. 6757–79.
3. Romanov O, Mankivskiy V. Optimal traffic distribution based on the sectoral model of loading network elements, IEEE Problems of Infocommunications. Science and Technology Trans. Multimedia, 2019, pp. 210–219.
4. Y. Guo, L. Duan, and R. Zhang, "Optimal Pricing and Load Sharing for Energy Saving with Cooperative Communications," IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 15, Sept.2016, pp. 951–64.
5. Z. Xiong, et al., "When Mobile Blockchain Meets Edge Computing", IEEE Access, vol. 5, August,2018, pp. 33 - 39.
6. O.I. Romanov, M.M. Nesterenko, L.A. Veres. IMS: Model and calculation method of telecommunication network's capacity // Proceedings of the 2017 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo) 11-15 Sept. 2017 Year, Odessa, Ukraine. - IEEE Conference Publications.
7. K. Christidis and M. Devetsikiotis, "Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things," IEEE Access, vol. 4, May 2016, pp. 2292–2303.
8. Mariia Skulysh, Romanov Oleksandr. The structure of a mobile provider network with network functions virtualization. // Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, 2018 14th International Conference on. IEEE, 2018 - pp.: 1032 – 1034.