

КОРДОННІ ОБЧИСЛЕННЯ В ЯКОСТІ ОСНОВИ РОЗУМНОГО МІСТА

Моруга Д. І.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Ревенчук І. А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ
м. Харків, Україна

e-mail: dmytro.moruh1@nure.ua

As smart cities strive for efficiency and sustainability, centralized cloud computing struggles to handle the deluge of real-time data generated by sensors and devices. Edge computing emerges as a game-changer, processing data at the network's edge for faster insights and reduced latency. This article explores the transformative potential of edge computing in smart city development, analyzing its applications, challenges, and future directions. By addressing these challenges and fostering innovation, edge computing can become the engine powering smarter, more efficient, and resilient cities of tomorrow.

Організація Об'єднаних Націй прогнозує, що до 2050 року 68% населення світу проживатиме в містах, у порівнянні з лише 30% у 1950 році. Ця швидка урбанізація створює значні проблеми для міської інфраструктури, особливо щодо збереження ресурсів. Хоча стратегії зменшення попиту на ресурси є вирішальними, вивчення інноваційних підходів до більш ефективного задоволення існуючого попиту є не менш важливим. Нові технології, такі як Інтернет речей, штучний інтелект і машинне навчання, є потужними інструментами для міст, які борються зі складними соціальними та екологічними проблемами. Ці досягнення стали рушійною силою концепції розумного міста, яке використовує дані в реальному часі та розширену аналітику для надання оптимізованих і ефективних послуг громадянам.

Стрімке поширення використання технологій розумного міста потребує ефективної та миттєвої обробки величезних обсягів даних, що генеруються повсюдними датчиками, камерами та пристроями інтернету речей. Централізовані архітектури хмарних обчислень, хоча й цінні для певних застосунків, важко справляються з цим потоком даних, що призводить до проблем із затримкою та обмеженнями масштабування. Цей виклик потребує переходу до парадигм кордонних та туманних обчислень, децентралізованих підходів, які наближають обчислювальну потужність до джерел даних [1]. Кордонні обчислення зазвичай розгортаються на локальних рівнях, наприклад, на шлюзах або мікроконтролерах, вони обробляють дані з обмеженої кількості пристроїв у конкретному місці. Туманні обчислення працюють на більшому географічному рівні, вони можуть охоплювати цілий район міста, обробляючи дані з різних джерел. Ці парадигми обчислень забезпечуючи обробку та аналіз даних майже в

режимі реального часу, пропонують перетворювальне рішення для розвитку розумних міст, обіцяючи підвищену продуктивність, знижену затримку та покращене використання ресурсів в порівнянні з традиційними хмарними обчисленнями.

Зростаюча залежність від систем розумного міста робить їх вразливими до різноманітних загроз, таких як технічні збої, кібератаки та природні катаклізми. Відмовостійкість інфраструктури розумного міста визначається її здатністю безперебійно функціонувати та надавати критичні послуги навіть у разі збоїв або несприятливих умов.

Традиційно централізовані архітектури хмарних обчислень використовували багато додатків для розумних міст. Однак цей централізований підхід має невід'ємну вразливість, оскільки одна точка збою може порушити критичні служби в усій мережі. Кордонні та туманні обчислення зменшують цей ризик, розподіляючи обчислювальну потужність і сховище даних між численними периферійними вузлами, географічно розосередженими по всьому місту [2]. Досягнення відмовостійкості потребує комплексного підходу, що розглядається в [3]. Ця децентралізована архітектура забезпечує резервування та відмовостійкість, забезпечуючи роботу критично важливих служб, навіть якщо окремі вузли зазнають збоїв.

Безпека інфраструктури розумного міста має вирішальне значення для захисту даних та систем від несанкціонованого доступу або пошкоджень. Туманні обчислення використовують переваги хмарних обчислень, але є легкими та придатними для систем Інтернету речей. Через більшу наближеність до хмарних обчислень загрози для туманних обчислень і протидія до них є більш дослідженими. Кордонні обчислення стикаються з різними загрозами безпеці через велику кількість підключених пристроїв IoT з обмеженими ресурсами. Різноманітність компонентів і протоколів маршрутизації може призвести до проблем із безпекою. Через використання пристроїв на кордоні мережі питання обмеженості ресурсів, великої площини можливих атак та фізичної безпеки пристроїв відокремлюють цю парадигму від туманних і хмарних обчислень.

Майбутнє кордонних і туманних обчислень у розумних містах містить величезний потенціал для ще більш трансформаційних додатків і вдосконалень. Відмовостійкість та безпека є ключовими характеристиками для впровадження цих парадигм. Дослідження щодо відмовостійкості туманних та кордонних обчислень є досить поширеними, також дослідженою є безпека туманних обчислень, але кордонні обчислення через сою відмінність не є добре дослідженими [4], що може завадити впровадженню цієї парадигми.

Підсумовуючи, кордонні обчислення, через свої особливості, відіграють важливу роль у створенні нових можливостей для розумного міста. Недостатні дослідження безпеки цієї парадигми потребують

майбутніх досліджень, та на поточний час вимагають використання гібридної архітектури з малою кількістю обчислень на кордоні і передачею цих задач туманним або хмарним обчисленням.

Список використаних джерел:

1. Edge-Computing-Enabled Smart Cities: A Comprehensive Survey / L. U. Khan та ін. IEEE Internet of Things Journal. 2020. Т. 7, № 10. Р. 10200–10232. URL: <https://doi.org/10.1109/jiot.2020.2987070> (дата доступу: 27.02.2024).

2. Smart cities enabled by edge computing. Edge Computing: Models, technologies and applications. 2020. Р. 315–336. URL: https://doi.org/10.1049/pbpc033e_ch15 (дата доступу: 26.02.2024).

3. Недоступ Д. М. Аналіз підходів забезпечення відмовостійкості архітектур Extended Cloud / Д. М. Недоступ, М. В. Солом'яний // Проблеми електромагнітної сумісності перспективних безпроводових мереж зв'язку (EMC-2022) : матеріали восьмої Міжнародної науково-технічної конференції, 24–25 листопада 2022 р. – Харків, ХНУРЕ, 2022. – С. 39-40. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21185>

4. Alwakeel, Ahmed M. “An Overview of Fog Computing and Edge Computing Security and Privacy Issues.” Sensors 21, no. 24 (December 9, 2021): 8226. <https://doi.org/10.3390/s21248226>.