

ЗАСТОСУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Метою роботи є дослідження використання технології розподілених обчислень в сфері телекомунікацій. В роботі розглянуті підходи до побудови сучасних розподілених систем та основні види сервісів, які пропонуються в «хмарі». Проведено аналіз можливості застосування розподілених («хмарних») систем для побудови перспективних безпроводових телекомунікаційних систем. Представлено два сценарії використання хмарних технологій в безпроводових системах зв'язку: мобільні хмарні системи та хмарні мережі радіодоступу. Наведено принципи побудови таких систем, їх основні відмінності від існуючих систем безпроводового доступу.

Ключові слова: хмарні обчислення, розподілені системи, послуги як сервіс, безпроводові телекомунікаційні мережі.

Вступ та постановка завдання. В останні роки «хмарні» обчислення (Cloud Computing) стали широко визнаною парадигмою комп'ютерингу. Технологія «хмарних» обчислень дозволяє задовольняти в тій чи іншій мірі інформаційні потреби підприємства чи окремого користувача зовнішніми провайдером. В основі Cloud Computing лежать декілька підходів [1]:

- Доступність через Інтернет. При цьому "назовні" хмара видає себе за звичайний сервер;
- Віртуалізація. Завдяки віртуалізації користувачі отримують необхідну кількість ресурсів. Що для цього потрібно з боку сервера і яким чином він може виділити такі ресурси - все приховано за стінами віртуальних машин;
- Cloud Computing - це послуга. Хмара для користувача - це деякий набір послуг, які споживаються без найменшого представлення, що відбувається всередині хмари.
- Простота і стандартність. При роботі з «хмарою» немає необхідності створювати складні конфігураційні файли. Все, що пропонується всередині хмари, доступно через прості виклики API та протоколи, наприклад, так званий протокол REST (Representational State Transfer — «передача репрезентативного стану»), за допомогою якого всі операції над даними можна робити через http-запити.

Це обумовлює актуальність завдання - проведення аналізу можливостей та області застосування розподілених обчислень в сучасних телекомунікаційних системах.

Основний зміст. В якості послуг розглядаються велика кількість сервісів, основними з яких є [2]:

- Платформа як сервіс PaaS (Platform as a Service);
- Послуги інформаційної інфраструктури IaaS (Infostructure as a Service);
- Послуги застосувань SaaS (Software as a Service).

Крім того, можуть надаватися такі послуги, як «робоче місце як сервіс» WaaS (Workplace as a Service), «апаратура як сервіс» HaaS (Hardware as a Service), «комунікація як сервіс» CaaS (Communication as a Service) та ін.

PaaS - це надання інтегрованої платформи для розробки, тестування, розгортання і підтримки застосувань як послуги. У хмарі функціонує деякий набір програм, основних сервісів і бібліотек, на основі яких пропонується розробляти свої застосування. Крім цього, під PaaS розуміють також і окремі частини складних систем, наприклад системи бази даних або комунікацій.

IaaS - це надання програмно-апаратних ресурсів, як правило, об'єднаних на основі віртуалізації як послуги. IaaS складається з трьох основних компонентів - апаратне забезпечення (сервери, системи зберігання даних, клієнтські системи, мережне обладнання), операційні системи та системне програмне забезпечення (засоби віртуалізації, автоматизації,

основні середовища управління ресурсами), і сполучне програмне забезпечення для управління апаратним і програмним забезпеченням. У моделі IaaS надається віртуалізоване середовище на базі деяких серверів, об'єднаних в кластери. Фактично, користувачеві надається віртуальна машина, яка працює на системах провайдера, всередині якої є всі можливості для установки спочатку операційної системи, а потім вже налаштування необхідного програмного забезпечення. Надані апаратні ресурси можуть бути гнучко і майже миттєво змінені в більшу або меншу сторону.

SaaS або SoD (Software on Demand - програмне забезпечення на вимогу) - застосування як сервіс (оплата за час використання програми). Цільова аудиторія - кінцеві користувачі. Застосування у вигляді сервісів - варіант, при якому пропонується використовувати якийсь конкретне програмне забезпечення, наприклад, корпоративні системи, у вигляді сервісу за передплатою. Прикладом такого сервісу можна назвати Google Docs для роботи з офісними документами.

Застосування хмарних обчислень для розробки та експлуатації нового покоління мобільних безпроводових стільникових мереж можуть мати глибокі наслідки. З одного боку, використовуючи досягнення технологій та пристроїв безпроводових мобільних комунікацій все більше користувачів мають доступ до хмарних обчислювальних систем за допомогою мобільних пристроїв, таких як смартфони і планшети. Інтеграція хмарних обчислень в мобільне середовище породило новий термін «мобільні хмарні обчислення» MCC (mobile cloud computing), які розглядаються в якості перспективної мобільної обчислювальної парадигми з величезним ринком [3]. MCC, використовуючи потужну обчислювальну платформу хмарних обчислень, дозволяє розвантажити обчислювальні потужності і вимоги до сховищ даних в мобільних пристроях, подолати розрив між збільшенням обчислювальних вимог і технологіями традиційних мобільних обчислень з обмеженими ресурсами мобільних пристроїв на проведення обчислень, зберігання даних та енергії.

З іншого боку, потужні технології хмарних обчислень можуть бути корисними для мереж радіодоступу RAN (radio access networks), що призвело до появи нової концепції хмарних мереж радіодоступу C-RAN (cloud radio access networks) [4]. На відміну від існуючих мереж стільникового зв'язку, де обчислювальні ресурси для обробки сигналів основної смуги частот розташовані в кожному стільнику, в C-RAN обчислювальні ресурси знаходяться в центрі безпроводової хмари-мережі з пулом, що має потужні ресурси обчислень.

Такий перехід від розподіленої до централізованої інфраструктури для обробки смуги пропускання може мати значні переваги: збереження операційних витрат внаслідок централізованого обслуговування; дозволяє краще балансувати навантаження; підвищення продуктивності мережі за рахунок передових скоординованих методик обробки сигналів; зниження витрат енергії за рахунок використання варіацій навантаження.

На рис. 1 представлена стільникова мережа наступного покоління з технологіями MCC і C-RAN. У порівнянні з базовими станціями (BS) традиційних стільникових мереж, BS в C-RAN спрощені, тому що обробка сигналів і прийняття рішень в більшості випадків відбуваються в хмарі безпроводової мережі. BS підключені до хмари безпроводової мережі за допомогою опорних транспортних мереж. Для забезпечення передачі даних в умовах значних затримок використовується спліт-TCP (split-TCP).

Спліт TCP (Split TCP), як правило, використовується для вирішення проблем протоколу TCP з великими значеннями часу проходження RTT (round-trip time). Традиційно система супутникового зв'язку використовує проксі PEP (Performance Enhancing Proxy) з підтримкою Split TCP для підвищення продуктивності передачі TCP через супутниковий ретранслятор. Кінцеві системи використовують стандартний протокол TCP без будь-яких модифікацій, і не потребують знання про існування PEP між ними. Спліт-TCP перехоплює TCP-з'єднання від кінцевих систем і може припинити їх і замінити на свої нові з'єднання. Це дозволяє кінцевим системам працювати без модифікацій і подолати деякі проблеми з розмірами TCP вікна, яке на кінцевих системах може бути занадто вузьким для супутникового зв'язку.

З точки зору архітектури, необхідно мати спліт-ТСП проксі на краю хмари безпроводової мережі. Спліт-ТСП проксі-сервер може бути реалізований в шлюзі еволюції системної архітектури SAE-GW (system architecture evolution gateway) в LTE-системі, тому що потоки даних користувача тунелюються через SAE-GW перед відправкою до Інтернету [5].

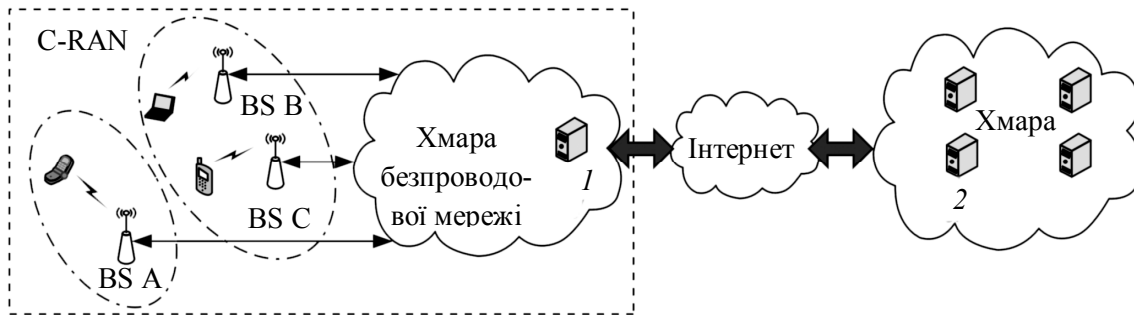


Рис. 1. Хмарна мережа радіодоступу в середовищі MCC:
1 – спліт-ТСП проксі (split-TCP proxy); 2 – внутрішній сервер

Спліт-ТСП-проксі є спліт-точкою для ТСП потоку. В MCC системах спліт-ТСП проксі приховує безпроводові об'єкти від внутрішніх серверів. Він визначає кожен сегмент, потім збирає і передає даний сегмент по іншій лінії зв'язку ТСП.

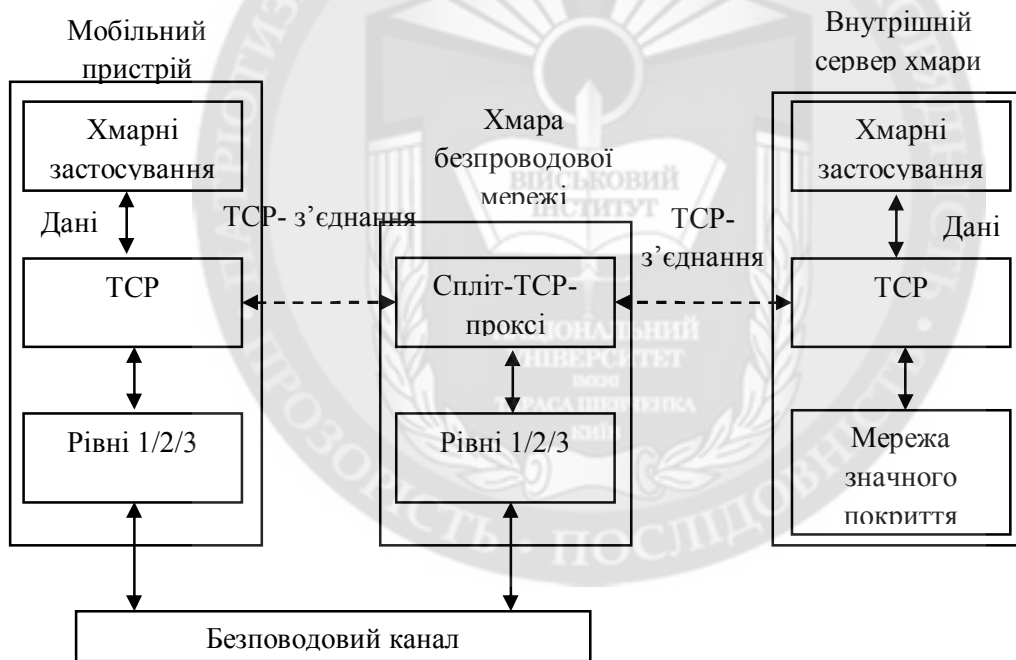


Рис. 2. Логічні стеки протоколів мережних об'єктів: центрів обробки даних, спліт-ТСП-проксі і мобільного користувача

На рис. 2 показано логічний взаємозв'язок мобільних пристроїв, хмари безпроводової мережі і внутрішніх серверів. ТСП-потоки, проведені через мобільну хмару, запускаються з мобільних пристроїв до внутрішніх серверів в хмарі. Спліт-ТСП-проксі, що розташований в хмарі безпроводової мережі, розбиває з'єднання з кінця в кінець між мобільним користувачем і внутрішнім сервером хмари на два з'єднання і підтримує постійний зв'язок між собою і внутрішнім сервером. Тим часом, хмара безпроводової мережі веде динамічні операції на безпроводових мережах, щоб забезпечити краще обслуговування для верхнього рівню. Такі динамічні операції включають в себе конфігурацію топології і розподіл швидкості передачі даних. Конфігурацією топології управляють BS у кооперації одна з

одною. Наприклад, на рис. 1 BS B і C утворюють кластер для спільного обслуговування двох мобільних користувачів BS A сама обслуговує інший кластер.

Після кластеризації, хмарі безпроводової мережі необхідно визначити швидкості передачі даних, на яких мобільні користувачі можуть передавати дані. Усередині кластера сигнали обробляються спільно, так що інтерференція радіосигналів відсутня. Операції в C-RAN вимагають знання інформації про стан безпроводового каналу CSI.

Висновки. Таким чином, проведений аналіз показав можливість застосування технології розподілених обчислень для побудови сучасних високопродуктивних безпроводових телекомунікаційних систем, що дозволить зменшити витрати на розгортання та підтримку таких систем для операторів зв'язку.

ЛІТЕРАТУРА:

1. A Survey of Mobile Cloud Computing: Architecture, Applications, and Approaches / H. T. Dinh et al. // Wireless Communications and Mobile Computing, 2011.
2. Петренко А.І. Хмарні і ґрід-обчислення для е-науки // Міжнародна конференція «Кластерні обчислення», Київ, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 12 - 14 Червня 2012. – С. 123–129.
3. CloudIQ: A Framework for Processing Base Stations in a Data Center / S. Bhaumik et al. // Proc. ACM Mobicom'12, (Istanbul, Turkey), 2012.
4. Cai Y., Yu F. R., Bu S. Cloud Computing Meets Mobile Wireless Communications in Next Generation Cellular Networks // IEEE Network. – 2014. – № 9/10. – P. 1–6.
5. Farkas V., Hder B., Novczki S. A Split Connection TCP Proxy in LTE Networks // Information and Communication Technologies. Vol. 7479 of Lecture Notes in Computer Science, Springer Berlin Heidelberg, 2012. - P. 263–74.

Без рецензії.

д.т.н., доц. Кравчук С.О., к.т.н. Миночкин Д.А.

ПРИМЕНЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Целью работы является исследование использования технологии распределенных вычислений в сфере телекоммуникаций. В работе рассмотрены подходы к построению современных распределенных систем и основные виды сервисов, предлагаемых в «облаке». Проведен анализ возможности применения распределенных («облачных») систем для построения перспективных беспроводных телекоммуникационных систем. Представлены два сценария использования облачных технологий в беспроводных системах связи: мобильные облачные системы и облачные сети радиодоступа. Приведены принципы построения таких систем, их основные отличия от существующих систем беспроводного доступа.

Ключевые слова: облачные вычисления, распределенные системы, услуги как сервис, беспроводные телекоммуникационные сети.

Ph.D. Kravchuk S.O., Ph.D. Minochkin D.A.

APPLICATION OF DISTRIBUTED COMPUTING IN TELECOMMUNICATION SYSTEMS

The goal of this paper is to study the use of distributed computing technologies in telecommunications. The approaches of modern distributed systems development and the main types of services offered in the "cloud" are considered. The analysis of the possibility of using distributed ("cloud") systems for the development of advanced wireless telecommunications systems is conducted. Two scenarios of cloud technologies usage in wireless communication systems, mobile and cloud technology cloud radio access networks, are presented. The basic principles of such systems, their main difference from existing wireless systems are discussed.

Keywords: cloud computing, distributed systems, application as a service, wireless telecommunications networks.