УДК 621.391

ОРГАНІЗАЦІЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОТОКІВ У ГІБРИДНОМУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

DOI 10.36994/2707-4110-2019-1-22-06

Скулиш М. А., к. т. н., КПІ імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна.
skulysh@gmail.com

Анотація. У статті наведено архітектуру обслуговування потоків у гібридному телекомунікаційному середовищі, яка забезпечить гнучкість та масштабованість обчислювальних ресурсів телекомунікаційної мережі. Гібридні рішення для систем обслуговування телекомунікацій з використанням хмарних технологій за рахунок вдосконаленої багатошарової архітектури телекомунікаційної системи та взаємодії між підсистемами різних рівнів дозволить контролювати процес обслуговування, а саме розподіл службових потоків, розподіл інформаційних потоків, а також обчислювальних ресурсів візлів обслуговування та телекомунікаційних ресурсів каналів зв'язку.

Ефективність виконання функцій керування залежить від організації обчислювального процесу для даних функцій. Отже є необхідність організувати обчислювальний процес для наборів мережевих функцій, таких як контролер радіо, транспортної мережі, або контролер ядра мережі, або контролер маршрутизатора на границі локальної мережі оператора зв'язку, який пропонується віртуалізувати, це будь який мережевий елемент, який є керованим та його можна представити відповідно до даної концепції на функції передачі даних та функції керування елементом.

Запропоновано модель керування інфраструктурою NFV, яка враховує особливості розташування дата центрів обслуговування, а також топологічної структури потоків гібридних телекомунікаційних сервісів, які поступають на обслуговування у дата центри, дозволяє забезпечити гнучке керування інформаційно-телекомунікаційною системою, організованою із застосуванням хмарних обчислень.

Розроблена архітектура локальної мережі оператора мобільного зв'язку дозволяє оцінити переваги та вузькі місця віртуалізації мережевих функцій, та визначити особливості забезпечення показників якості обслуговування у гетерогенному телекомунікаційному середовищі.

Ключові слова: 5G, LTE, SDN, NFV, гібридний телекомунікаційний сервіс, гібридне телекомунікаційне середовище.

ORGANIZATION OF MAINTENANCE OF FLOWS IN A HYBRID TELECOMMUNICATION ENVIRONMENT

Maria Skulish, Ph.D., Igor Sikorsky KPI, Kyiv, Ukraine. skulysh@gmail.com

Abstract. *The article describes the architecture of streaming services in a hybrid telecommunications environment, which will provide flexibility and scalability of the telecommunication network's computing resources. Hybrid solutions for cloud-based telecom service systems through enhanced multilayer telecommunications system architecture and interoperability between subsystems at different levels will allow for control of the service process, such as workflow distribution, information flow, and compute service telegram resources ulcer.*

The performance of control functions depends on the organization of the computational process for these functions. Therefore, there is a need to organize the computing process for sets of network functions, such as a radio controller, a transport network, or a network kernel controller, or a router controller at the LAN boundary of the carrier to be virtualized, any network element that is managed and it can be represented according to this concept on the data transfer function and the element control function.

The proposed NFV infrastructure management model, which takes into account the features of the date of service centers, as well as the topological structure of hybrid telecommunication services arriving at data centers, allows for flexible management of the information and telecommunication system organized with the use of cloud computing.

The developed LAN architecture of the mobile network operator allows to evaluate the advantages and bottlenecks of virtualization of network functions and to determine the features of providing quality of service indicators in a heterogeneous telecommunication environment.

Keywords: *Hybrid telecommunication service, 5G, LTE, SDN, NFV, hybrid telecommunication environment.*

Вступ

Мережа мобільного зв'язку сьогодні це складана система, яка забезпечує не лише доступ до різноманітних сервісів, але й гарантує якість обслуговування на всіх етапах обслуговування end-to-end. Від підсистем мобільного зв'язку очікують виконання когнітивних функцій, пов'язаних як з передачею даних так і з організацією процесу керування обслуговуванням. Когнітивні функції розгортаються не лише у ядрі, а розгортаються на кожному етапі обслуговування, забезпечується самоналаштування, оптимізація, навчання, моніторинг підсистем.

Особливості розвитку інформаційно-телекомунікаційних мереж:

- У зв'язку зі зближенням індустрії інформаційних та комунікаційних технологій, телекомунікаційна інфраструктура все більше використовує хмарні обчислення. Телекомунікаційні оператори надають хмарні сервіси, а також застосовують технології хмарних обчислень для оптимізації своїх телекомунікаційних платформ та систем підтримки [1].

- Спостерігається відсутність зворотного зв'язку між якістю послуг, які надаються, та організацією процесів взаємодії у гібридному телекомунікаційному середовищі, як наслідок хаотичне завантаження обчислювальних та телекомунікаційних ресурсів, які забезпечують розподілену обчислювальну систему.

- Потреба у гнучких моделях та методах керування якістю обслуговування гібридних телекомунікаційних сервісів, які використовують переваги гібридного телекомунікаційного середовища та враховують ефективність фізичних процесів.

Впровадження технологій програмно керованих мереж потребує розробки нових принципів функціонування телекомунікаційної мережі та процесів обслуговування службових потоків обслуговування, нових моделей теорії масового обслуговування для оцінки параметрів функціонування системи, своєчасного виконання обчислювальних операцій для забезпечення потреб телекомунікаційної системи.

Через відсутність методологічної бази для організації роботи гібридного телекомунікаційного середовища, його ресурси використовуються хаотично, задачі оптимізації вирішені частково або локально, що призводить до погіршення контролю та забезпечення показників якості послуг для кінцевих користувачів.

З появою парадигми хмарних обчислень розширюються можливості організації процесу обслуговування в телекомунікаційних системах в специфікації [2] представлені основні архітектурні рішення, да замість складних апаратних рішень в яких запропоновані способи віртуалізації мережевих функцій різних ділянок мережі, що дозволить гнучке налаштування обчислювальних ресурсів обслуговування.

Системи керування телекомунікаціями розвивалися паралельно з розвитком телекомунікаційних мереж [3]. Класичними задачами систем керування є визначення найкоротшого шляху для потоку даних, розподіл навантаження між вузлами мережі та інші.

В процесі віртуалізації мережевих функцій для систем мобільного зв'язку одним з варіантів розвитку віртуалізації елементів мережі є винесення функцій мережевого вузла, які пов'язані з керуванням даного елементу в окремі програмні компоненти, які розміщуються у хмарній структурі, у гібридній системі дата центрів. Основний підхід, який описано для систем програмно керованих мереж полягає в тому(НЖН), що розділяється площина передачі даних та площина керування мережею, а окремим шаром є множина прикладних програмних компонентів.

Також стали з'являтися рішення по створенню контролерів базових станцій, які будуються по аналогії з системами SDN контролерів, є ряд розробок, принцип роботи даної системи є розвитком існуючих SDN контролерів, наприклад є контролер Opendaylight, також розробляються контролери для програмно керованого радіо [4]. Такі системи це програмні комплекси які виконують задані мережеві функції керування.

Ефективність виконання функцій керування залежить від організації обчислювального процесу для даних функцій. Отже є необхідність організувати обчислювальний процес для наборів мережевих функцій, таких як контролер радіо, транспортної мережі, або контролер ядра мережі, або контролер маршрутизатора на границі локальної мережі оператора зв'язку, який пропонується віртуалізувати, це будь який мережевий елемент, який є керованим та його можна представити відповідно до даної концепції на функції передачі даних та функції керування елементом.

Запропоноване рішення

Організація цих функцій на сьогодні активно досліджується наукової спільноти. На сьогодні створені протоколи та інтерфейси між елементами керування [5]. Наразі розробляються специфікації та стандарти по опису інтерфейсів між блоками мережевих функцій. Постає задача організації ефективного керування процесом обслуговування кінцевих користувачів в такій гібридній системі керування.

Наразі розробляється методологічна база для реалізації концепції NFV (мережеві функції віртуалізації). Перший підхід перенаправляє через хмарні ресурси лише потоки керування. Другий підхід полягає у використанні хмарних дата центрів для обробки як потоків керування мережею, так і інформаційних потоків. Запропонований принцип є вдосконаленням першого підходу, суть якого полягає у віртуалізації мережевих функцій, що дозволяє відокремлювати систему керування вузлами мобільної мережі від системи передачі даних.

Структура мережі та контроль якості обслуговування користувачів відбувається у вузлах. Традиційно підсистеми мережі LTE виконують набір функцій, відповідно до стандартів та специфікацій організації 3GPP. В роботі пропонується розділити функції керування підсистемами та функції, які пов'язані з процесом передачі даних безпосередньо мережі LTE.

Модифікована архітектура мережі оператора зв'язку із застосуванням віртуалізованих функцій керування підсистемами представлена на рис. 1. Функції передачі даних реалізовано у телекомунікаційній системі, функції керування підсистемами виконуються у обчислювальному середовищі, яке організовано у хмарному дата центрі складної структури.

Рис. 1. Запропонована архітектура мережі оператора зв'язку з віртуалізацією мережевих функцій керування

Потоки даних позначено прямими лініями, потоки керування в середині дата центру позначено пунктирними лініями з двома крапками, потоки взаємодії та керівного впливу від підсистем, які розміщені у дата центрі, до програмно керованих підсистем телекомунікаційного обладнання позначено пунктирними лініями з однією крапкою.

Особливістю системи керування, яка реалізується є організація віртуальної мережі обслуговування. В кожному вузлі віртуальної мережі віртуальних функцій, вузли мережі віртуалізованих мережевих функцій пов'язані з інтерфейсами взаємодії функцій керування. При обслуговуванні системи мобільного зв'язку можуть бути отримані статистичні дані оцінки обслуговування та потоків. Постає задача організації функціонування системи керування, формування правил та підходів, розробка методів і моделей організації процесу обслуговування в гібридній телекомунікаційній системі.

На рис. 2 наведено модель керування процесом обслуговування гібридних телекомунікаційних сервісів як вона представлена у специфікації ITU-T M.3371 (10/16) [1], де висвітлюється проблема необхідності деталізації опису керування телекомунікаційною мережею для забезпечення якої використовуються хмарні технології.

Рис. 2. Спільна модель управління хмарними обчисленнями E2E

Багатошарова архітектура гібридного середовища надання телекомунікаційних сервісів, представлена на рис. 3, включає множину дата центрів об'єднаних транспортними оптичними каналами, а також мережу доступу, яка підключена до транспортної мережі та/або до дата центрів. На базі множини дата центрів розгортається єдиний логічний простір, де розгортається віртуальна мережа обслуговування гібридних телекомунікаційних сервісів.

Віртуальна мережа обслуговування гібридних телекомунікаційних сервісів представлена на рис. 4. Вузол віртуальної мережі — це віртуальна машина, в якій

виконуються функції підсистеми мережі мобільного зв'язку. У віртуальній машині реалізуються обчислювальні функції керування мережевим елементом. Зв'язки між віртуальними вузлами визначаються інтерфейсами взаємодії мережевих елементів, відповідно до стандартів та специфікації технології LTE.

Рис. 3. Багатошарова організація гібридного телекомунікаційного середовища

Віртуальна мережа представлена на рис. 8, де λ — інтенсивність надходження запитів на виконання функцій віртуалізованим мережевим елементом, а μ — інтенсивність обслуговування запитів у мережевій функції (кількість запитів обслугованих в одиницю часу).

При впровадженні концепції віртуалізації мережевих функцій виникає необхідність контролю сумісної роботи підсистем фізичних (телекомунікаційних) та хмарних. Основні функції контролю ефективності обслуговування гібридних телекомунікаційних сервісів, пропонується реалізувати у підсистемі PCRF ядра мобільної мережі, функції якої будуть розширені.

Особливість функціонування віртуальної мережі представлена на рис. 4 полягає в тому, що обчислювальні вузли де розміщені окремі обслуговуючі сутності розподілені по системі дата центрів територіально рознесені так як показано на рис. 5. Телекомунікаційні канали, які обслуговують зв'язок між дата центрами дають затримки в обслуговування. Джерелом вхідного навантаження на мережу є точки доступу, а саме контролери точок доступу, які обслуговують службові запити нових потоків. Все це необхідно врахувати при організації процесу керування обслуговуванням гібридного сервісу у гібридному телекомунікаційному середовищі.

Рис. 4. Обслуговування потоків керування у віртуальній мережі гібридного телекомунікаційного середовища

Рис. 5. Гібридне телекомунікаційне середовище

Висновок

Запропоновано модель керування інфраструктурою NFV, яка враховує особливості розташування дата центрів обслуговування, а також топологічної структури потоків гібридних телекомунікаційних сервісів, які поступають на обслуговування у дата центри, дозволяє забезпечити гнучке керування інформаційно-телекомунікаційною системою, організованою із застосуванням хмарних обчислень.

Розроблена архітектура локальної мережі оператора мобільного зв'язку дозволяє оцінити переваги та вузькі місця віртуалізації мережевих функцій, та визначити особливості забезпечення показників якості обслуговування у гетерогенному телекомунікаційному середовищі.

Література

1. ITU-T M.3371 (10/2016) Требования к управлению услугами в системе управления электросвязью, совместимой с облаком. Доступно за посиланням <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=13064&lang=ru>
2. GS NFV 001 — V1.1.1 (10/2013) — Network Functions Virtualisation (NFV)/ Use cases. Доступно за посиланням http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/001/01.01.01_60/gs_NFV001v010101p.pdf
3. Скулиш М.А., Романов О.І., Глоба Л.С. Принцип обслуговування потоків у гетерогенному телекомунікаційному середовищі. *Вчені записки таверійського національного університету імені В.І. Вернадського, Серія: Технічні науки*. 2018. Том 29 (68) № 2. С. 92–98.
4. Santos Ricardo. A SDN controller architecture for Small Cell Wireless Backhaul using a LTE Control Channel / Ricardo Santos, Andreas Kassler // World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2016 IEEE 17th International Symposium on A. — 28 July 2016.
5. Open Air Interface Cloud RAN. 5G software alliance for democratising wireless innovation [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.openairinterface.org/?page_id=466
6. ETSI GS NFV 003 (12/2014): «Network Functions Virtualisation (NFV); Terminology for Main Concepts in. NFV»[Електронний ресурс] // — Режим доступу: http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/003/01.02.01_60/gs_NFV003v010201p.pdf

References

1. ITU-T M.3371 (10/2016) Service management requirements for a cloud-compatible telecommunication management system. Available at <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=13064&lang=en>
2. GS NFV 001 — V1.1.1 (10/2013) — Network Functions Virtualization (NFV) / Use cases. Available from http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/001/01.01.01_60/gs_NFV001v010101p.pdf
3. MA Skulish, OI Romanov, LS Globa. The principle of service flow in a heterogeneous telecommunication environment. Notes of the VI Taurida National University Vernadsky, Series: Engineering Sciences. 2018. Volume 29 (68) No. 2. S. 92–98.
4. Santos Ricardo. A SDN controller architecture for Small Cell Wireless Backhaul using a LTE Control Channel / Ricardo Santos, Andreas Kassler // World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM), 2016 IEEE 17th International Symposium on A. — July 28, 2016.
5. Open Air Interface Cloud RAN. 5G software alliance for democratizing wireless innovation. Access mode: http://www.openairinterface.org/?page_id=466
6. ETSI GS NFV 003 (12/2014): «Network Functions Virtualization (NFV); Terminology for Main Concepts in. NFV» [Electronic resource] // — Access Mode: http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/003/01.02.01_60/gs_NFV003v010201p.pdf