

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ РОЗПОДІЛЕНОЇ МЕРЕЖЕВОЇ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ONOS

Нестеренко М.М., Сколець С.С., Марінов А.І.

*Навчально-науковий інститут телекомунікаційних
систем КІІ ім. Ігоря Сікорського, Україна*

E-mail: nikolai.nesterenko@gmail.com, serskols@gmail.com, anton_marinov@ukr.net

FEATURES OF THE CONSTRUCTION DISTRIBUTED NETWORK OPERATING SYSTEM ONOS

This article discusses the ONOS distributed network operating system, which provides a software-defined approach to network management, enabling a more flexible and efficient approach to managing network resources. Key features of ONOS are analyzed, such as traffic management, event processing, monitoring and analysis of network data, network topology construction, and management of network services.

У статті розглянуто розподілену мережеву операційну систему ONOS, що надає можливість програмного керування мережею, що забезпечує більш гнучкий та ефективний підхід до керування мережевими ресурсами. Проаналізовані ключові можливості ONOS, такі як: керування трафіком, обробка подій, моніторинг та аналіз мережових даних, побудова мережових топологій, управління мережевими сервісами.

На сьогодні мережеві інфраструктури зазвичай стикаються з проблемою обмеженості традиційних мережових архітектур, які працюють на основі жорстко заданих правил і не забезпечують достатньої гнучкості та ефективності управління мережею. Це створює серйозні обмеження для розробників і операторів мереж, які потребують змін та ефективного підходу до керування мережевими ресурсами.

Крім того, існуючі мережеві архітектури не забезпечують достатньої масштабованості та гнучкості для відповіді на зростаючі вимоги до обслуговування мережі, такі як забезпечення високої доступності, масштабування та обробка великого обсягу трафіку. Тому була необхідність у створенні нової мережевої архітектури, яка б забезпечувала більш оптимальний підхід до керування мережевими ресурсами. І саме відкрите програмне забезпечення ONOS створено для вирішення цих проблем на основі підходу SDN.

ONOS включає в себе контролер SDN, який дозволяє віддалено керувати трафіком мережі, забезпечувати балансування навантаження, реалізовувати механізми безпеки мережі та інші функції, які раніше були залежні від вбудованих протоколів комутації.

ONOS також забезпечує відкритий API для взаємодії з різними програмами та системами, що дозволяє використовувати його в різних

середовищах та інтегрувати з різними компонентами мережі. Додатково, ONOS має розширювану архітектуру, яка дозволяє розробникам створювати свої власні модулі та додатки для розширення функціональності системи.

ONOS має модульну архітектуру, яка зображена на рис.1.

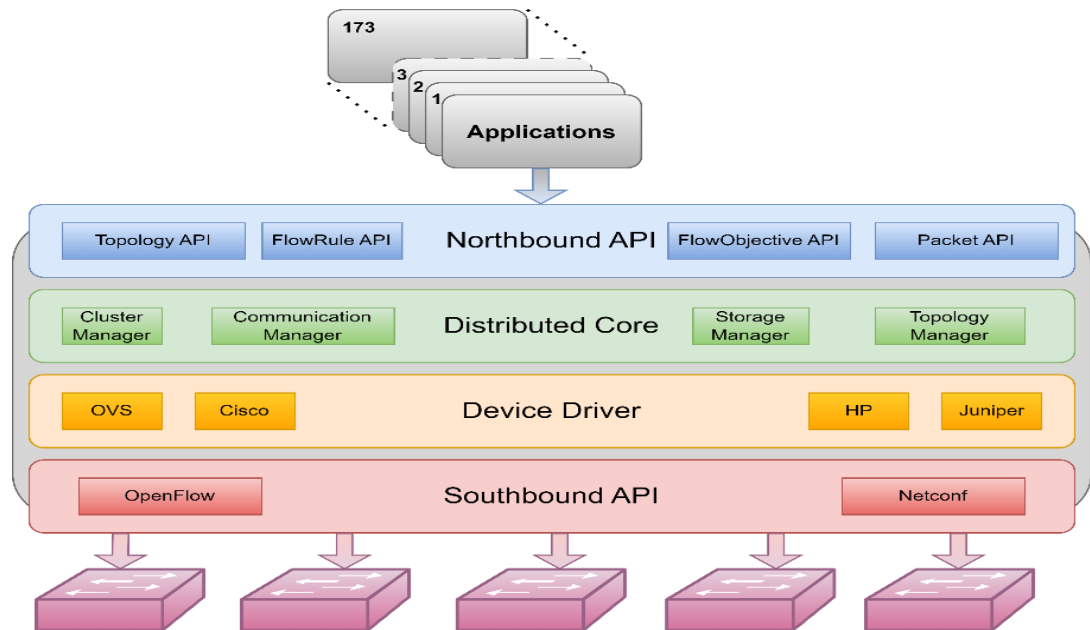


Рис.1. Архітектура побудови кластеру ONOS.

Рівень 1. Applications – Додатки – це верхній рівень архітектури ONOS, який представляє собою множину додатків, що реалізовані на основі платформи ONOS. Кожен додаток може мати власну логіку та функціональність, такі як керування трафіком, моніторинг мережевих подій, керування сервісами тощо.

Рівень 2. Northbound API – Північні API – це рівень, який забезпечує доступ до функцій ONOS через стандартні інтерфейси API, які можуть використовуватися додатками, контролерами та іншими системами. Цей рівень дозволяє розробникам додатків легко інтегрувати їх з платформою ONOS та взаємодіяти з нею.

Рівень 3. Distributed core – Розподільне ядро – це рівень, який забезпечує роботу платформи в розподіленому середовищі. ONOS може працювати на декількох вузлах, і цей рівень дозволяє розподіляти завдання між різними вузлами та координувати їхню роботу. На цьому рівні міститься основна логіка системи, яка складається з декількох компонентів, таких як:

- Cluster Manager: відповідає за управління розподіленим середовищем. Він забезпечує обмін інформацією між контролерами і зберігання даних.
- Communication Manager: забезпечує зв'язок між різними контролерами ONOS.

- Storage Manager: забезпечує зберігання інформації про стан мережі, налаштування та інші дані, які потрібні для роботи контролерів.
- Topology Manager: відповідає за збір інформації про топологію мережі і побудову топологічного зображення для аналізу та керування мережею.

Рівень 4. Device driver – Драйвера пристрою – це рівень, який забезпечує взаємодію з мережевими пристроями, такими як комутатори або маршрутизатори. Кожен пристрій мережі потребує власного драйвера, який забезпечує комунікацію.

Рівень 5. Southbound API – Південні API – це інтерфейс між ONOS і сумісними з ним мережевими елементами. Цей рівень архітектури відповідає за взаємодію з різними мережевими пристроями, такими як комутатори, маршрутизатори та інші. Підтримуються різні протоколи, такі як OpenFlow, NETCONF та OVSDB, щоб забезпечити взаємодію з різними мережевими елементами.

Рівень 6. Data plane – Площина даних – це частина мережі, що відповідає за передачу даних. У даному випадку, вона складається з комутаторів, маршрутизаторів та інших мережевих пристроїв. ONOS взаємодіє з data plane через southbound API, щоб забезпечити керування мережею.

Насправді, найцікавішим та важливим у роботі контролера є рівень додатків, оскільки саме вони додають нові можливості або змінюють поведінку контролера, а отже мережі в цілому. Додатки реалізовані як окремі модулі, які можна встановлювати, оновлювати, видаляти і запускати з інтерфейсу ONOS. Рівень додатків також забезпечує можливість взаємодії додатків між собою та з іншими рівнями контролера.

Додатки можуть включати у себе різноманітні функції, такі як підтримка різних протоколів мережі, управління ресурсами мережі, маршрутизація, збір даних, аналіз мережі та багато іншого. Рівень додатків дозволяє розширити функціональність контролера ONOS та адаптувати його до конкретних потреб мережі. Кількість додатків, що автоматично вмикаються при запуску контролера ONOS, залежить від конфігурації та налаштувань системи. Зазвичай за замовчуванням вмикаються деякі базові додатки, необхідні для правильної роботи контролера ONOS.

Деякі з базових додатків, автоматично вмикаються при запуску ONOS, та включають:

OpenFlow Provider Suite (OF) - додаток для підтримки протоколу OpenFlow.

Link Layer Discovery Protocol (LLDP) - додаток для виявлення інформації про з'єднання мережевих пристроїв.

Network Configuration Protocol (Netcfg) - додаток для налаштування мережевих параметрів.

Open Virtual Network (OVN) - додаток для підтримки віртуальних мереж.

Intent Framework (INT) - додаток для виконання інтентів (намірів) у мережі.

Reactive Forwarding (Reactive) - додаток для реактивної маршрутизації пакетів в мережі.

Загальна кількість додатків, які можуть автоматично вмикатись при запуску ONOS, може варіюватись в залежності від версії ONOS, конфігурації та налаштувань системи, зазвичай це мінімум 173 додатки.

Узагальнюючи вище описане можна зробити висновок, що побудова мереж SDN на базі контролеру ONOS дозволяє побудувати більш гнучку та ефективну мережу, що може бути пристосована до конкретних потреб користувачів. Крім того, ONOS забезпечує швидку реакцію на зміни в мережі та високу продуктивність, що є важливими факторами для багатьох організацій. Також у ході виконання роботи було проаналізовано особливості архітектури ONOS та її складових, такі як рівні додатків, рівень керування топологією мережі, рівень обробки потоків даних та рівень інфраструктури .

Література

1. Diego Kreutz, Fernando M. V. Ramos, Paulo Veríssimo, Christian Esteve Rothenberg. Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey, June 2014, Proceedings of the IEEE. DOI:10.1109/JPROC.2014.2371999
2. Romanov, O., Nesterenko, M., Mankivskiy, V., Zhuk, O. Principles of Building Modular Control Plane in Software-Defined Network//Lecture Notes in Networks and Systems, 2023, 548, pp. 333–355, DOI: 10.1007/978-3-031-16368-5_17
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-16368-5_17
3. Pedro Sousa, Gonçalo Pereira, Jose Silva. Comparative Study of Software-Defined Networking (SDN) Traffic Controllers, Jun 2019, 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), DOI: 10.23919/CISTI.2019.8760997
4. Romanov, O., Korniienko N., Svyd I., Romanov A. Optical Network Management by ONOS-Based SDN Controller, September 2022, Radiotekhnika, DOI:10.30837/rt.2022.3.210.16
5. Edson Tavares de Camargo, Rogério C. Turchetti, Lucas V. Ruchel. Evaluation of the robustness of SDN controllers ONOS and ODL, Oct 2022, DOI:10.1016/j.comnet.2022.109403
6. Документація ONOS: <https://wiki.onosproject.org/display/ONOS/Documentation>