УДК 004.738

ВИЗНАЧЕННЯ ЗОНИ АДРЕСНОГО ДІАПАЗОНУ В ПРОТОКОЛІ IPv6 ТА ЙОГО ПІДТРИМКА В МОВІ ПРОГРАМУВАННЯ PYTHON

Павлюк О. А.
студент другого курсу
магістратури факультету кібернетики
Шпортько О. В.
доцент кафедри інформаційних систем
та обчислювальних методів
Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янчука
м. Рівне, Україна

Як відомо, **адресний простір** в комп'ютерних мережах – це сукупність унікальних адрес, яка визначається протоколом мережевого рівня. І якщо інтернет-протокол четвертої версії (IPv4) визначає 2^32 унікальних адрес, з яких лише 3,7 можуть призначатися мережевим пристроям, то IPv6 формує 2^128 унікальних адрес, що приблизно рівне кількості піщинок на Землі [1, с. 73].

Для визначення меж поширення пакетів за адресою отримувача весь адресний простір прийнято розбивати на окремі діапазони, виділяючи, наприклад, діапазони локальних мереж. Адресний діапазон є певною топологічною областю, в межах якої окрема адреса може використовуватися як унікальний ідентифікатор для одного чи кількох мережевих інтерфейсів [2, с. 2].

Визначення діапазонів запроваджено ще в IPv4. Так, для приватного адресного діапазону застосовується множина адрес спеціального використання, що призначені для локальних комунікацій в межах приватних мереж (діапазони адрес 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 та 192.168.0.0/16). При використанні групових адрес (multicast-адрес) у цьому протоколі використовується адміністративне визначення того чи іншого діапазону.

Із запровадженням інтернет-протоколу версії 6 (IPv6) було застосовано уніфікований підхід до розмежування адрес, що належать до різних адресних діапазонів. Так, для індивідуальних адрес (unicast адрес) немає потреби

використовувати позначення адресного діапазону, оскільки його визначають фізичні межі зв'язку або інші налаштування [3]. В IPv6 групова адреса містить поле *scop*, яке відсутнє у структурі групової адреси версії IPv4. Поле *scop* займає 4 біти та містить значення адресного діапазону групової адреси, що використовується для обмеження групової розсилки (табл. 1).

Таблиця 1

Структура групової адреси IPv6 [4, с. 12-13]

8 бітів	4 біти	4 біти	112 бітів
11111111	flgs	scop	group ID

Оскільки одна мережева IP-адреса може належати декільком інтерфейсам, то для цільової адресації окремого з цих інтерфейсів використовуються окремі **зони**. Строгіше кажучи, зона адресного діапазону є екземпляром топологічного регіону певного діапазону. Зони визначаються в межах кожного окремого вузла. На відміну від адресного діапазону, зона, до якої належить конкретна неглобальна IP-адреса, не кодується у адресі, а може бути визначена за іншими параметрами, як от ідентифікатори мережевих інтерфейсів адресата або адресанта.

У зв'язку з тим, що однакові неглобальні адреси можуть використовуватися у різних зонах адресного діапазону одного і того ж рівня (наприклад, одна IP-адреса може використовуватися різними адаптерами маршрутизатора), то постає потреба їх адресації до конкретної зони. Це вирішується шляхом впровадження ідентифікаторів зони адресного діапазону. Загальноприйнятою формою запису ідентифікатора зони адресного діапазону є *<IPv6 адреса>%<ідентифікатор зони>* [2, с. 14]. Проаналізувавши це джерело, можна виокремити всього дві вимоги до ідентифікатора зони, а саме: в ідентифікаторі зони не може використовуватися символ "%", а також ідентифікатор зони не може бути порожнім рядком.

Підтримка зазначеного формату запису IPv6 адреси неодмінно знайшла своє відображення у засобах мов програмування, що використовуються для розробки мережевого програмного забезпечення. Зокрема, підтримка запису ідентифікатора зони адресного діапазону є в бібліотеці System.Net сімейства фреймворків

Microsoft [5], бібліотеці java.net.InetAddress мови програмування Java [6] тощо.

В той же час, при імплементації підтримки запису ідентифікатора зони адресного діапазону у вказаних засобах розробки програмного забезпечення є деякі прогалини. Так, у бібліотеці System.Net реалізовано лише підтримку цілочисельних ідентифікаторів. Це пояснюється тим, що у операційних системах сімейства Windows ідентифікатори мережевих інтерфейсів є цілими числами. У бібліотеці java.net.InetAddress версії OpenJDK 11 ідентифікатор зони адресного діапазону не береться до уваги при здійсненні порівняння IPv6 адрес, незважаючи на те, що це може призвести до помилок маршрутизації. Тому організація підтримки запису ідентифікаторів зон адресного діапазону в сучасних мовах програмування є на сьогодні **актуальним завданням**.

На цей час мова програмування Python широко застосовується для мережевого програмування та, починаючи з версії 3.3, має окрему бібліотеку ipaddress для виконання різноманітних завдань, пов'язаних з обробкою IP адрес [7]. Разом з цим, у впроваджених версіях мови програмування Python на даний момент відсутня підтримка запису ідентифікатора зони адресного діапазону.

З метою удосконалення мови Python, першим співавтором цих матеріалів було запропоновано зміни до бібліотеки ipaddress, якими додано підтримку запису ідентифікатора адресного діапазону IPv6-адреси [8, 9]. Ці вдосконалення дали змогу вирішити ряд проблем.

Зокрема, незважаючи на те, що правильним є термін "ідентифікатор зони адресного діапазону" (scope zone id), для іменування атрибутів класів було вирішено використати скорочену назву "ідентифікатор адресного діапазону" (scope id). Це було зроблено для збереження однорідності термінології в межах мови Python, оскільки у бібліотеці socket для іменування уже використовується саме "scope id" [10]. Повний термін було використано у документації мови програмування [11].

Також, зважаючи на прикладне призначення мови програмування Python, було прийнято рішення про те, що порівняння IPv6-адрес має виконуватися, беручи до уваги ідентифікатор зони адресного діапазону.

Запропоновані першим співавтором обмеження, що застосовуються для визначення правильності запису ідентифікатора зони адресного діапазону, повністю відповідають загальноприйнятим технічним специфікаціям та стандартам Інтернету RFC4007 [2, с. 15]. Зокрема, ідентифікатор зони адресного діапазону може бути як чисельним, так і текстовим. Помилковим вважається значення, що містить символ “%” або є порожнім рядком. Крім цього, додано покриття запропонованих змін модульними тестами.

Запропоновані зміни 26 лютого 2020 року були прийняті спільнотою розробників мови програмування Python та будуть доступні для використання після виходу у виробництво мови Python версії 3.9.

Отже, організацію підтримки запису ідентифікаторів зон адресного діапазону слід якнайшвидше впровадити у всі сучасні мови програмування, як ми це зробили для мови Python. Це дозволить надалі ефективніше керувати мережевим трафіком з прикладного програмного забезпечення.

Література:

1. Організація комп’ютерних мереж: конспект лекцій : навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення», спеціалізації «Програмне забезпечення комп’ютерних та інформаційно-пошукових систем» / Л. М. Олещенко. Київ, 2018. 225 с.

2. IPv6 Scoped Address Architecture, IETF RFC 4007 / S. Deering, B. Haberman, T. Jinmei, E. Nordmark, B. Zill. URL: https://tools.ietf.org/html/rfc4007 (дата звернення: 14.09.2020).

3. Ronald Schlager. IPv6 Addresses: Scopes and Zones, 2014. URL: https://www.ronaldschlager.com/2014/ipv6-addresses-scopes-zones/ (дата звернення 14.09.2020).

4. IP Version 6 Addressing Architecture, IETF RFC 4291 / R. Hinden, S. Deering, 2006. URL: https://tools.ietf.org/html/rfc4291 (дата звернення: 14.09.2020).

5. Свойство IPAddress.ScopeId (System.Net). Документы Microsoft. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.net.ipaddress.scopeid?view=netcore-3.1#System_Net_IPAddress_ScopeId (дата звернення: 14.09.2020).

6. Inet6Address (Java Platform SE 7). URL: https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/net/Inet6Address.html (дата звернення: 14.09.2020).

7. Openjdk-jdk11/Inet6Address.java at master. AdoptOpenJDK/openjdk-jdk11 GitHub. URL: https://github.com/AdoptOpenJDK/openjdk-jdk11/blob/master/src/java.base/share/classes/java/net/Inet6Address.java#L269-L276 (дата звернення: 14.09.2020).

8. Bpo-34788: Add support for scoped IPv6 addresses by opavlyuk Pull Request #13772 python/cpython GitHub. URL: https://github.com/python/cpython/pull/13772 (дата звернення: 14.09.2020).

9. What's New In Python 3.9 – Python 3.9.0rc1 documentation. URL: https://docs.python.org/3.9/whatsnew/3.9.html#ipaddress (дата звернення: 14.09.2020).

10. Socket — Low-level networking interface — Python 3.8.6rc1 documentation. URL: https://docs.python.org/3/library/socket.html?highlight=socket#module-socket (дата звернення: 14.09.2020).

11. IPaddress – IPv4/IPv6 manipulation library – Python 3.9.0rc1 documentation. URL: https://docs.python.org/3.9/library/ipaddress.html?highlight=ipaddress#ipaddress.IPv6Address.scope_id (дата звернення: 14.09.2020).

УДК 004.78:65.012 Інформаційні технології

АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ХМАРНИХ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Соколовський В.В.
студент 2-го курсу магістратури, групи ФЕ-91мп,
Фізико-технічного інституту
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна

Дистанційна освіта належить до сектора інформаційних технологій. Аналіз ринку свідчить що цей сектор розвивається найбільш стрімко. І це стосується не лише різноманітних освітніх установ. Дистанційне навчання вже проникло майже у всі сфери професійної діяльності людини. Підвищення