

ДІАГНОСТИКА НЕСПРАВНОСТЕЙ КОНФІГУРАЦІЇ VLAN ТА VTP ЗА ВИКОРИСТАННЯ ВЕЛИКИХ МОВНИХ МОДЕЛЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У представленій роботі було проведено дослідження ефективності великих мовних моделей (LLM), як інструменту для автоматизованої діагностики типових несправностей при конфігуруванні віртуальних локальних мереж (VLAN) та протоколу їхнього централізованого керування (VTP). Було проведено симуляцію критичних помилок в комп'ютерній мережі, сформовано структурований текстовий запит (prompt) для різних LLM та проаналізовано відповіді, згенеровані різними моделями. Розглянуто способи підвищення якості діагностичних рекомендацій, отриманих від нейронних мереж, для їх застосування в корпоративних мережах, побудованих на основі комутаторів Cisco.

Ключові слова: мережа, VLAN, VTP, несправність, діагностика, LLM.

Abstract

In the presented work, the effectiveness of large language models (LLM) as a tool for automated diagnostics of typical faults in configuring virtual local area networks (VLANs) and their centralized management protocol (VTP) was studied. A simulation of critical errors in a computer network was carried out, a structured text prompt was formed for different LLMs, and the responses generated by different models were analyzed. Methods for improving the quality of diagnostic recommendations obtained from neural networks for their application in corporate networks built on the basis of Cisco switches were considered.

Keywords: network, VLAN, VTP, fault, diagnostics, LLM.

Вступ

Швидкий розвиток корпоративних мережевих інфраструктур вимагає постійного підвищення ефективності їхнього адміністрування. Віртуальні локальні мережі (VLAN) та протокол централізованого керування ними (VTP) є фундаментальними технологіями в архітектурі мереж на основі комутаторів. Проте, складність їхньої взаємодії, особливо в умовах інтенсивного трафіку та динамічних змін, часто призводить до виникнення конфігураційних помилок, які можуть мати каскадний ефект і спричинити ізоляцію сегментів або повну втрату зв'язку [1].

Традиційні методи діагностики, що ґрунтуються на ручному аналізі логів, командних виводів та досвіді мережевого інженера, є часозатратними та схильними до людських помилок. У цьому контексті з'являється потреба в інтеграції інноваційних підходів для автоматизації процесу пошуку несправностей. Великі мовні моделі (LLM) здатні обробляти та інтерпретувати складні текстові описи проблем, імітуючи експертний аналіз на основі великих обсягів навчальних даних [2].

Метою даної роботи є дослідження потенціалу та ефективності використання LLM як інструменту для автоматизованої та швидкої діагностики типових і критичних конфігураційних несправностей у сегментах мережі, що використовують технології VLAN та VTP. Шляхом симуляції, формування структурованих запитів (prompt-engineering) та аналізу отриманих діагностичних рекомендацій буде оцінено, наскільки якісно сучасні нейронні мережі здатні замінити або доповнити людський фактор у процесі мережевого обслуговування. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки нових методологій для забезпечення високої доступності та надійності складних корпоративних мереж.

Основна частина

Для дослідження було змодельовано комп'ютерну мережу, що зображена на рисунку 1, яка складається з чотирьох комутаторів та маршрутизатора. За допомогою маршрутизатора реалізовано inter-VLAN маршрутизацію за принципом Router-on-a-Stick.

комутатором та всіма іншими комутаторами, на яких використовується інший пароль. На рисунку 4 наведено приклад зміни VTP password на комутаторі Sw2.

Sw2

Physical Config CLI Attributes

IOS Command Line Interface

Switch(config)#
Switch(config)#no vtp password cisco
Clearing device VLAN database password.
Switch(config)#vtp password cisco1
Setting device VLAN database password to cisco1

Рисунок 4 — Зміна VTP password на комутаторі Sw2

Після навмисного внесення некоректних змін у конфігурацію VLAN та VTP у спроектованій комп’ютерній мережі, наступним етапом третього експерименту стає застосування методології prompt-engineering для діагностики виявлених проблем за допомогою розглянутих LLM.

Приклад структурованого текстового запиту для цього випадку (prompt): “Я змодельовав комп’ютерну мережу, яка працює на основі комутаторів із використанням VLAN 6, 13, 28. Inter-VLAN маршрутизація працює за допомогою Router-on-a-Stick. В мережі працює VTP. Під час налаштування я зіштовхнувся із кількома проблемами. У мене є кілька підінтерфейсів на маршрутизаторі, які мають забезпечувати зв’язок між різними сегментами, однак частина комп’ютерів, підключених до VLAN 6, виявилася повністю ізольованою. Зв’язок між пристроями присутній лише в межах одного VLAN 6. Пристрої в інших VLAN мають між собою зв’язок. Ще одна проблема полягає в тому, що деякі комутатори перестали отримувати оновлення про VLAN від свого VTP-сервера. Поясни, які можливі причини описаних проблем, які саме налаштування могли призвести до такої ситуації, і що варто перевірити в конфігураціях, щоб усунути проблему. Дай коротку та структуровану відповідь у вигляді таблиці.”

Наведений текстовий запит є ефективним і добре структурованим, оскільки він подає проблему у вигляді реалістичного сценарію налаштування мережі, де одночасно описуються кілька симптомів, які не дають прямої підказки щодо конкретної помилки. Завдяки чіткому викладу умов із зазначенням використання VLAN, Router-on-a-Stick та VTP, він створює достатній контекст для аналізу різними LLM, але при цьому не розкриває справжніх причин збоїв.

Імітаційний текстовий запит було подано до кількох розглянутих LLM. На рисунку 5 наведено результати діагностики проблем.

Симптом	Можливі причини	Що варто перевірити
Комп'ютери у VLAN 6 ізольовані й мають зв'язок лише між собою	Порушення у конфігурації підінтерфейсів або помилка у VLAN ID, відсутність правильного зв'язку з маршрутизатором	Перевірити налаштування encapsulation dot1Q на маршрутизаторі, переконатися у правильності VLAN ID
Зникнення VLAN 28 на кількох комутаторах після зміни на одному	Можливі проблеми з VTP-синхронізацією або некоректні дії на VTP-сервері	Переглянути налаштування VTP mode, перевірити список VLAN на сервері, з'ясувати чи не було видалено VLAN
Відсутність оновлень VLAN від VTP-сервера	Можлива різниця у VTP-конфігурації між комутаторами, неправильний домен або пароль	Перевірити параметри VTP domain, version і password, з'ясувати чи всі пристрої синхронізовані в одному домені

GPT-5

Проблема	Причина	Перевірка	Рішення
VLAN 6 ізольований	Неправильний підінтерфейс на маршрутизаторі	show running-config на роутері show interfaces trunk	Налаштувати підінтерфейс з правильною IP-адресою та encapsulation dot1q
Зникнення VLAN 28	Видалення VLAN на VTP server	show vtp status show vlan brief	Відновити VLAN на VTP server
Немає VTP оновлень	Невідповідність VTP режиму	show vtp status на всіх комутаторах	Синхронізувати VTP password

Claude

Проблема	Можливі причини	Що перевірити
Вольція в VLAN 6	Неправильне налаштування підінтерфейсів маршрутизатора або тронку	Підінтерфейс, VLAN ID, стан інтерфейсу, налаштування тронку
Зникнення VLAN 28 після змін	Видалення VLAN на VTP сервері, пошкодження змін по домену VTP	Режим VTP, лог змін, наявність VLAN
Відсутність оновлень VTP	Невідповідність VTP пароля, різні доменні або режими VTP	VTP пароль, домен, режим VTP

Gemini

Проблема	Причина	Що перевірити/виправити
Ізольція VLAN 6 (зв'язок тільки всередині VLAN)	Відсутній або неправильний підінтерфейс для VLAN 6 на маршрутизаторі, помилка в trunk-порту	Наявність підінтерфейсу з правильною IP-адресою та encapsulation dot1q 6; налаштування trunk-порту (switchport mode trunk, switchport trunk allowed vlan add 6)
Зникнення VLAN 28 на комутаторах	Видалення VLAN на VTP-сервері або зміна режиму VTP на transparent	Наявність VLAN 28 на VTP-сервері; режим VTP (server/client) на всіх комутаторах; пароль VTP (якщо використовується)
Комутатори не отримують оновлення VLAN	Неспівпадіння пароля VTP, різні версії VTP, режим transparent, проблеми з trunk-портами	Пароль VTP, режим VTP (server/client), налаштування trunk-портів між комутаторами

LLaMA

Проблема	Причина	Що перевірити
Ізольція VLAN 6 (зв'язок тільки всередині VLAN)	Відсутній або неправильний підінтерфейс для VLAN 6 на маршрутизаторі, помилка в trunk-порту	Наявність підінтерфейсу з правильною IP-адресою та encapsulation dot1q 6; налаштування trunk-порту (switchport mode trunk, switchport trunk allowed vlan add 6)
Зникнення VLAN 28 на комутаторах	Видалення VLAN на VTP-сервері або зміна режиму VTP на transparent	Наявність VLAN 28 на VTP-сервері; режим VTP (server/client) на всіх комутаторах; пароль VTP (якщо використовується)
Комутатори не отримують оновлення VLAN	Неспівпадіння пароля VTP, різні версії VTP, режим transparent, проблеми з trunk-портами	Пароль VTP, режим VTP (server/client), налаштування trunk-портів між комутаторами

Mistral

Рисунок 5 — Результати мережевої діагностики за використання різних LLM

Висновки

На основі отриманих відповідей можна зробити висновок, що наведені LLM проявляють різний рівень ефективності у діагностиці мережеских проблем, пов'язаних із конфігуруванням VLAN та VTP.

Найбільш комплексним і систематизованим виявився результат моделі GPT-5, яка запропонувала чітку структуру “симптоми — можливі причини — що перевірити” та зберіг баланс між гіпотетичними поясненнями й конкретними кроками діагностики. Такий підхід дозволяє швидко співвіднести спостережувані збої із потенційними конфігураційними помилками, що робить відповідь максимально корисною в умовах практичного тестування.

Модель Gemini (2.5 Flash) надала детальний опис аспектів і симптомів, які спостерігаються у мережі, поєднавши їх із гіпотезами та можливими кроками вирішення. Її відповідь відзначається добрим рівнем систематизації, але водночас містить елементи надмірного теоретизування, що може ускладнити швидке практичне застосування.

Модель Claude (Sonnet 4) продемонструвала дещо інший стиль, акцентуючи увагу на конкретних командах діагностики, які слід виконати на мережевому обладнанні. Ця відповідь має прикладний характер, однак є менш збалансованою, оскільки одразу пропонує інструменти для перевірки без достатньо розгорнутого пояснення природи проблеми. Такий підхід ефективний для досвідченого інженера, але менш інформативний для користувача, який прагне зрозуміти причинно-наслідкові зв'язки у конфігурації.

LLaMA (3.3) обмежився базовим переліком проблем і загальних напрямків перевірки. Така відповідь є коректною, але досить поверховою: вона вказує на типові помилки (невірний VLAN ID, видалення VLAN, різниця в параметрах VTP), проте не заглиблюється у діагностичні процедури чи практичні команди, що знижує її прикладну цінність у контексті реального практичного застосування.

Узагальнюючи, експериментальне дослідження підтвердило, що ефективність LLM у діагностиці мережеских несправностей прямо залежить від здатності моделі інтегрувати логічний аналіз причинно-наслідкових зв'язків із наданням практичних інженерних рекомендацій. Моделі, що надають лише загальні гіпотези (LLaMA), мають обмежену прикладну цінність. Натомість, моделі, які успішно поєднують обидва аспекти (GPT-5, Gemini, Claude), демонструють високий потенціал для використання у якості системи підтримки прийняття рішень для мережеских інженерів. Найбільш оптимальним підходом виявилось збалансоване представлення гіпотези, яка пояснює природу несправності, та конкретного діагностичного кроку, необхідного для її верифікації та усунення. Це підкреслює необхідність подальшої розробки спеціалізованих промптів, які максимізують якість вихідних даних від LLM для розв'язання вузькоспеціалізованих завдань в галузі інформаційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комп'ютерні мережі : підручник / [Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 378 с.
2. Захарченко С. М., Трояновська Т. І., Бойко О. В.. Основи побудови захищених мереж на базі обладнання компанії Cisco : навчальний посібник. Основи побудови захищених мереж на базі обладнання компанії Cisco, навчальний посібник / Захарченко С. М., Трояновська Т. І., Бойко О. В. Вінниця, ВНТУ, 2017. – 135 с.

Захарченко Сергій Михайлович — к.т.н., професор, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: zakharchenko.sergii@vntu.edu.ua

Балух Богдан Анатолійович — студент групи 1KI-24м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bohdan.baluh@gmail.com

Zakharchenko Serhii Mykhailovych — Candidate of Technical Sciences, Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zakharchenko.sergii@vntu.edu.ua

Balukh Bohdan Anatoliyovych — student of group 1KI-24m, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bohdan.baluh@gmail.com