

Интеллектуальный алгоритм маршрутизации в SDWN

УДК 621.396.4

А.И. ПОПОВ, преподаватель кафедры автоматизированных систем управления ФГКВООУ ВО “Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного” Минобороны России кандидат технических наук, **А.Д. НАЗАРОВ**, адъюнкт кафедры сетей связи и систем коммутации, **Э.Ф. ТУХБАТУЛЛИНА**, курсант 3-го факультета

Введение

Современные беспроводные сети передачи данных сталкиваются с трудностями, связанными с динамической топологией и необходимостью обеспечения высокого качества обслуживания в реальном времени. Для решения этих задач в статье рассматривается интеллектуальный алгоритм маршрутизации на основе глубокого обучения с подкреплением (ГОП) и оптимизацией проксимальной политики (ОПП), реализуемый в архитектуре программно-определяемых беспроводных сетей (SDWN).

Топология сети моделируется в виде неориентированного графа, а информация о параметрах связи представляется в виде многомерной матрицы. Ситуационная осведомленность сети достигается с помощью модели прогноза на базе графовой конволюционной сети и рекуррентных единиц (ГКС-РЕ). Полученная матрица прогнозируемого трафика используется в качестве среды для обучения интеллектуального агента, обеспечивая адаптивное и оптимальное управление маршрутизацией.

Общая архитектура алгоритма ГОП-ОПП

В плоскости данных инфраструктуры топология беспроводной сети абстрагируется как неориентированный граф с соответствующими весами параметров связи, представленный как

$$G=(V, E, W),$$

где

V — множество беспроводных точек доступа,

E — множество связей между узлами,

W — множество информации о параметрах связи.

Каждая сторона e_{ij} представляет собой связь $e_{ij} \in E$. Соответственно, алгоритм интеллектуальной маршрутизации в данной статье разработан на основе неориентированного графа.

Сначала на основе топологии SDWN получают информацию о каналах сети, включая такие параметры, как пропускная способность, задержка и скорость потери пакетов, и преобразуют ее в многомерную матрицу. Затем с помощью модели прогнозирования трафика получается матрица прогнозируемого трафика, и наконец, данная матрица подается на вход алгоритма ГОП для обучения.

Алгоритм ГОП состоит из двух основных сетей. Первая оптимизирует политику с целью максимизации ожидаемой прибыли, а вторая оценивает ценность данной политики в ее текущем состоянии. Эти две сети взаимодействуют для достижения эффективной оптимизации политики. Такой подход, основанный на архитектуре сети (АС), может гарантировать, что интеллектуальный агент всегда принимает решения в направлении накопления максимального выигрыша, динамически оптимизируя такие параметры, как сетевая задержка, пропускная способность и скорость передачи данных, для достижения контроля над текущей сетью в реальном времени, тем самым эффективно снижая нагрузку на сеть [1].

Разработка алгоритма прогнозирования сетевого трафика

Рассмотрим процесс разработки алгоритма предсказания рекуррентных единиц (РЕ) на основе графовой конволюционной сети (ГКС) для достижения ситуационной осведомленности сети (СОС).

Предыдущие исследования были посвящены изучению сетевого трафика, используя в качестве целевого объекта матрицу трафика (МТ) [1], но применение отслеживания трафика и статистического метода оказалось дорогостоящим и дало ограниченные результаты. Чтобы лучше адаптироваться к динамическим изменениям и пространственно-временным характеристикам трафика беспроводных сетей, в данной работе предлагается метод прогнозирования состояния сети на основе ГКС-РЕ, который включает в себя корреляцию пространственно-временных характеристик.

Этот метод направлен на решение сложных и запутанных проблем сетевого трафика в SDWN и повышение способности интеллектуального агента к восприятию будущих временных точек в МТ.

Алгоритм прогнозирования состояния сетевого трафика ГКС-РЕ (алгоритм 1) показан на рис. 1.

Входные данные: матрица трафика — $X_{1, 2, 3, \dots, p}$ матрица смежности графа — A , скорость обучения — α , обучающие эпизоды — M , размер партии — K , L_2 , коэффициент регуляризации — λ .

Выходные данные: прогнозируемые данные матрицы трафика — $Y_{t+1, t+2, t+3, \dots, t+T}$

Статью целиком читайте в бумажной версии журнала

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ МАРШРУТИЗАЦИИ В SDWN
INTELLIGENT ROUTING ALGORITHM IN SDWN

УДК 621.396.4

ПОПОВ Андрей Иванович (кандидат технических наук), **НАЗАРОВ Алексей Дмитриевич** (адъюнкт),
ТУХБАТУЛЛИНА Эвелина Фанилевна (курсант)
(ФГКВОУ ВО "Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного" Минобороны России)

Для решения задач получения информации о состоянии сети, гибкой пересылки данных и повышения качества обслуживания в беспроводных сетевых средах передачи данных в ответ на динамические изменения топологии сети рассмотрен алгоритм интеллектуальной маршрутизации на основе глубокого обучения с подкреплением и ситуационной осведомленности сети в архитектуре программно-определяемых беспроводных сетей.

В рамках архитектуры SDWN собирается полная информация о сетевом трафике, а для восприятия будущих тенденций используется механизм прогнозирования. В плоскости знаний разрабатывается механизм пересылки данных на основе глубокого обучения с подкреплением с оптимизацией проксимальной политики.

Матрица прогнозируемого сетевого трафика и матрица топологической информации рассматриваются как среда глубокого обучения с подкреплением, а соседние узлы как исполняемые действия, и политика выбора действий разрабатывается для различных условий сети.

To address the challenges of obtaining information about the network state, enabling flexible data transmission, and improving Quality of Service in wireless data transmission environments under dynamic network topology changes, this paper presents an intelligent routing algorithm based on Deep Reinforcement Learning and network situational awareness within the architecture of Software-Defined Wireless Networks.

Within the SDWN architecture, comprehensive information about network traffic is collected, and a prediction mechanism is used to anticipate future trends. In the knowledge plane, a data forwarding mechanism based on Deep Reinforcement Learning with Proximal Policy Optimization is developed.

The predicted network traffic matrix and the topological information matrix are considered as the Deep Reinforcement Learning environment, while neighboring nodes are treated as executable actions. Action selection policies are then developed for different network conditions.

Ключевые слова: интеллектуальная маршрутизация, выборка по важности, ситуационная осведомленность сети, программно-определяемые беспроводные сети.

Keywords: *intelligent routing, importance sampling, network situational awareness, software-defined wireless networks.*

Литература

1. Баванаси С., Папон Л., Эспосито Ф. Маршрутизация с помощью графовых конволюционных сетей и многоагентного глубокого обучения с подкреплением// IEEE Software Virtualization. 2022. № 2. С. 72 — 77.
2. Бангар С. Классификация оптимальной ткани мозга с использованием динамического роста области и нечеткой нейронной сети min-max на магнитно-резонансных изображениях мозга// Neuroscience. 2022. Т. 2. № 100019. С. 15 — 22.
3. Янг-Лонг С., Гуанг-Хонг Л. Прогнозирование трафика SDN на основе графовой конволюционной сети// Computer Science. 2021. Т. 48. С. 392 — 397.
4. Хан С., Лиан Т. Управление вибрациями полуактивной подвески автомобиля с помощью подхода ОПП на основе обучения с подкреплением// Mechanical Engineering Journal. 2022. Т. 12. С. 3078 — 3086.
5. Гонг Г., Ли Дж. Программно-определяемые сети (SDN) и распределенные атаки типа "отказ в обслуживании" (DDoS) в средах облачных вычислений: обзор, исследовательские вопросы и проблемы// IEEE Communications Surveys & Tutorials. 2016. Т. 18. С. 602 — 622.
6. Нинг Ф. Реализация и оценка кооперативной маршрутизации в программно-определяемых беспроводных сетях// Wireless Networks. 2019. Т. 56. С. 967 — 976.
7. Занг В. Новый подход к обнаружению недобросовестных рецензентов на основе взвешенного моделирования тем и ближайших соседей с асимметричным расхождением Куллбэка-Лейблера// Expert Systems with Applications. 2022. Т. 157. С. 113 — 120.