

О МЕТОДЕ БАЛАНСИРОВКИ ТРАФИКА С УЧЕТОМ ЗАГРУЗКИ ПОТОКОВ

Морозова Вероника Геннадьевна

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: morozovavg@my.msu.ru

Научный руководитель — Степанов Евгений Павлович

Современные условия развития требуют увеличения производительности сети и надежности передачи данных. Исследование сетевой статистики с целью прогнозирования объема трафика в разное время суток показало, что в сетях передачи данных большая часть сетевого трафика - это потоки-мыши [1]. Они характеризуются небольшим размером и чувствительностью к задержкам в каналах передачи. Для потоков больших размеров важна пропускная способность, их классифицируют как потоки-слоны.

При неэффективном управлении трафиком в сети, потоки-слоны могут заполнять сетевые буферы, вызывая перегрузку сети, задержки в очередях и отбрасывание пакетов. Балансировка трафика и оптимальное распределение каждого типа потоков позволяет обеспечить гарантии пропускной способности и избежать перегрузок.

Пусть сеть представлена в виде ориентированного ациклического графа $G = (V, E)$, где V - набор узлов компьютерной сети, связанных между собой ребрами - каналами передачи данных E , $|V| = v$, $|E| = m$. Для каждой пары вершин (u, r) , соединенных каналом, известны $c_{u,r}$ - пропускная способность этого канала и $b_{u,r}$ - занятая пропускная способность в данный момент времени.

Поток $f \in F$ определяется как сетевые пакеты, отправленные от источника к узлу-получателю. Опишем матрицу трафика, состоящую из величин вида $\langle f_{src}, f_{dest}, f_{rate}, f_{type} \rangle$, где f_{src} - узел-источник, f_{dest} - узел-получатель, f_{rate} - запрашиваемая пропускная способность канала для потока, f_{type} - индикатор, показывающий тип, к которому относится поток: мышь или слон.

Цель данной работы - доработать алгоритм MARON [2] балансировки трафика в сети с учетом входных данных о загрузке каждого потока. Будем считать распределение трафика в сети сбалансированным, если на нем достигается минимум суммы дисперсий показателя

загруженности каналов (обозначаемой Φ -функцией):

$$\Phi = \frac{1}{m} \sum_{i,j} \left(\frac{b_{ij}}{c_{ij}} - \frac{1}{m} \sum_{i,j} \frac{b_{ij}}{c_{ij}} \right)^2$$

Для решения поставленной задачи рассматривается алгоритм мультиагентного обучения с подкреплением для подбора весов, используемых затем хеш-функцией Weighted DxHash [3] при построения маршрутов потоков в графе сети.

В работе проводится обзор существующих методов балансировки трафика из класса Глубокого Q-обучения (DQN) [4] и алгоритмов на основании Мягкого критика агента (SAC) [5]. В результате сравнительного анализа сделан вывод о преобразовании функции-награды в алгоритме для учета чувствительности потоков к задержке и пропускной способности каналов.

Проведено экспериментальное исследование разработанного на основании PPO алгоритма с преобразованной функцией награды, представлено сравнение с алгоритмом MARON.

Литература

1. SDN-Based Routing Framework for Elephant and Mice Flows Using Unsupervised Machine Learning / Al-Saadi M., Khan A., Kelefouras V., Walker D.J., Al-Saadi B. // Network. 2023. Vol. 3. P. 218-238.
2. On Fair Traffic allocation and Efficient Utilization of Network Resources based on MARL / Stepanov E.P., Smeliansky R. L., Plakunov A. V., Borisov A. V., Xia Zhu, Jianing Pei, Zhen Yao.// 2023.
3. Dong C., Wang F. DxHash: A Scalable Consistent Hash Based on the Pseudo-Random Sequence. // arXiv preprint arXiv: 2107.07930. 2021.
4. Reinforcement Learning based Scheduling Optimization Mechanism on Switches / X. Lu, X. Wang, J. Jia, X. Wang, M. Huang // 2022 IEEE 28th International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS). Nanjing, China. PP. 554-561. 2023.
5. Adaptive Path Isolation for Elephant and Mice Flows by Exploiting Path Diversity in Datacenters / W. Wang, Y. Sun, K. Salamatian, Z. Li // in IEEE Transactions on Network and Service Management. Vol. 13, No. 1, PP. 5-18. March 2016.