

О ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАГРУЗКИ НА КОНТРОЛЛЕР В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЯХ

Ларин Андрей Викторович, Пашков Василий Николаевич

Студент, Ассистент кафедры АСВК

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

E-mail: s02180464@gse.cs.msu.ru, pashkov@lvk.cs.msu.su

Научный руководитель — Пашков Василий Николаевич

Ключевым элементом управления в программно-конфигурируемых сетях (ПКС) [1] является контроллер — специальная сетевая операционная система с набором приложений, осуществляющих логически централизованное управление настройками сетевого оборудования, маршрутизацией потоков пользовательских данных на основе глобального состояния сети и в соответствии с установленными сетевыми политиками. Контроллер в режиме реального времени обрабатывает запросы от ПКС коммутаторов и в ответ изменяет их конфигурацию.

При этом контроллер является единой точкой отказа ПКС сети [2]. Резкое увеличение количества запросов к контроллеру от коммутаторов может привести к перегрузке контроллера [3]: значительному увеличению времени отклика на запросы или к отказу в обслуживании этих запросов — что повлечет прерывание или отказ в работе сетевых сервисов для конечных пользователей. Поэтому для внедрения подхода ПКС в реальных сетях актуальной является задача прогнозирования нагрузки на контроллер (количества входящих запросов и количества исходящих изменений конфигураций коммутаторов). Прогнозирование нагрузки позволит сформировать упреждающие управляющие воздействия для предотвращения перегрузки контроллера.

В работе проводится обзор и сравнительный анализ существующих методов прогнозирования для решения задачи: статистического метода на основе модели ARIMA [3] и методов машинного обучения на основе различных моделей нейронных сетей [4-7]. В работе исследуются решения на базе следующих моделей нейронных сетей: многослойного перцептрона MLP [4]; свёрточной нейронной сети CNN [5]; длинной цепи элементов краткосрочной памяти LSTM [6-7], как наиболее используемой модели рекуррентных нейронных сетей.

Предлагаемое решение предсказывает показатели нагрузки контроллера, соответствующие количеству входящих запросов и исходящих ответов на несколько шагов вперед дискретного времени. При

этом пороговые значения (при превышении которых возникает сигнал о перегрузке) могут быть настроены как статически (при помощи правила трёх сигм), так и динамически периодически пересчитываться (с применением скользящего окна и среднеквадратичного отклонения).

В экспериментальной части исследования для выявления наиболее эффективной модели рассматриваемые методы прогнозирования сравниваются по следующим метрикам: по матрице ошибок (включающей ошибки первого и второго рода обнаружения факта перегрузки); по точности и по комбинированной метрике F2-score.

Литература

1. Смелянский Р. Л. Программно-конфигурируемые сети // Открытые системы. М.: СУБД, №9, 2012.
2. Pashkov V., Smeliansky R. On High Availability Distributed Control Plane for Software-Defined Networks // In Proceedings of the Second International Conference "Modern Network Technologies"(MoNeTec-2018). IEEE. – Moscow, 2018.– pp. 1–10.
3. Скобцова Ю. А., Пашков В. Н. Исследование и разработка сетевого приложения для распределенной платформы управления в программно-конфигурируемых сетях // Программные системы и инструменты. – Т. 16 – Москва, МАКС Пресс, 2016.– с. 7–18.
4. Volkov A., Proshutinskiy K., Adam A. B. M., Ateya A. A. SDN Load Prediction Algorithm Based on Artificial Intelligence // In Proceedings of the Conference "Distributed Computer and Communication Networks"(DCCN-2019). Communications in Computer and Information Science, 2019, pp. 27–40.
5. Borovykh A., Bohte S., Oosterlee C. W. Conditional Time Series Forecasting with Convolutional Neural Networks // In arXiv preprint arXiv:1703.04691. – 2017.
6. Lipton Z. C., et al. Learning to Diagnose with LSTM Recurrent Neural Networks // In arXiv preprint arXiv:1511.03677, 2017.
7. Malhotra P., et al. Long Short-Term Memory Networks for Anomaly Detection in Time Series // In Presses universitaires de Louvain, 2016.