

Отзыв научного консультанта

Арега Фриковича Мелик-Адамяна о диссертации И.В. Филиппова «Исследование и разработка систем программирования масштабируемых высокопроизводительных сетевых функций в облачных инфраструктурах», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Работа посвящена разработке высокопроизводительных сетевых функций при изменении требований к пропускной способности аппаратных систем и динамического изменения требований к программным системам. Сетевые функции являются неотъемлемой частью компьютерных сетей и включают в себя такую функциональность, как, например, маршрутизацию трафика, фильтрацию пакетов, глубокую инспекцию пакетов, шифрование и аутентификацию, балансировку потока пакетов ради достижения пропускной способности, предупреждение DDOS атак, генерирование трафика и прочее. Современные сети являются критически важной частью инфраструктуры жизнеобеспечения и трафик удваивается примерно каждые 2 года. IP трафик в 2018 году только в России достиг уровня ~80 экзабайт и достигнет 150 к 2021 году. В таких условиях разработка, развертывание и сопровождение сетевых функций становятся актуальной задачей.

Требования к сетевым функциям постоянно меняются, а индустрия создания функций не успевает обеспечивать новую функциональность под меняющиеся стандарты. 5 лет назад стандартом были middle-box системы, оптимизированные под производительность, а сейчас виртуализированные сетевые функции вытесняют аппаратно-программные комплексы из всех сфер. С производственной стороны мы видим значительный интерес к нашему проекту со стороны различных представителей телекоммуникационной сферы – провайдеров и поставщиков оборудования, а сделанный по итогам проекта продукт с открытым кодом пользуется устойчивой популярностью.

Отдельно отмечу рассмотренную область облачных инфраструктур. Объёмы трафика не оставляют другого выбора, кроме как развёртывания функций в облачном многомашинном окружении. Администрирование сетевой функции в многомашинном окружении сейчас является трудоёмкой задачей, выполняющейся, в основном, «в ручную». В проекте сделаны шаги к более гибкой и эффективной методологии размещения.

Хочется отметить, что в работе очень четко и точно поставлена важная задача – задача программирования и развертывания сетевых функций при поддержании должного уровня производительности.

Научная новизна работы определяется в первую очередь внедрением планировщика, позволяющего масштабировать обработку в автоматическом режиме без привлечения дополнительных усилий за счет высокоуровневой модели программирования и правильно спроектированных элементарных операций.

Результатами проекта с теоретической стороны являются:

- 1) Было доказано, что высокоуровневая модель с предопределёнными, конфигурируемыми блоками не уступает по производительности низкоуровневым реализациям и практически не вносит накладных расходов.
- 2) Были рассмотрены различные варианты алгоритмов масштабирования обработки непрерывного потока пакетов в многоядерной системе, проанализированы достоинства и недостатки каждого из них.
- 3) Была предложена методология развёртывания сетевой функции в облачной инфраструктуре и заложен фундамент для дальнейшего исследования.

Результаты проекта с практической стороны – созданная программная система позволила:

- 1) Уменьшить трудоемкость разработки сетевых функций в единицах написанных строк кода в исследованных типичных примерах на порядок.
- 2) Уменьшить время создания типичных сетевых функций примерно в 5 раз – с нескольких месяцев до нескольких недель.
- 3) Повысить линейно эффективность использования многоядерных систем за счёт динамического масштабирования.

Результаты проекта докладывались на многих конференциях и семинарах:

- GopherCon Денвер 2016, 2018
- SECR Санкт-Петербург 2017
- Семинары Intel Сан-Франциско 2017, 2018
- Intel SWPC Нижний Новгород 2018
- DDPK Summit Сан-Хосе 2018

Кроме того, было проведено множество семинаров с представителями телекоммуникационной индустрии. Заинтересованность в результатах проекта выразили следующие корпорации:

- Comcast – телекоммуникационные технологии
- AT&T – телекоммуникационные технологии
- SmartEdge – системный интегратор
- Glasnostic – системный интегратор
- XCloud – телекоммуникационные технологии

Продукт, полученный по итогам диссертационного исследования, внедрён в нескольких коммерческих компаниях, в том числе и в корпорации Intel, и работа над ним будет продолжена и после завершения диссертационного исследования.

В процессе работы над проектом Филиппову И.В. была предложена задача построения системы на основе последовательного соединения предопределённых блоков. Филиппов И.В. самостоятельно разработал высокоуровневый дизайн будущей системы, продумал и создал низкоуровневую архитектуру, разработал и реализовал алгоритм динамического масштабирования. На этапе тестирования, создания примеров, внедрения и поддержки продукта Филиппов И.В. выступил как специалист, способный ставить и распределять задачи, анализировать поступающие проблемы и требования.



Считаю, что в процессе работы над диссертацией «Исследование и разработка систем программирования масштабируемых высокопроизводительных сетевых функций в облачных инфраструктурах» соискатель Филиппов И.В. продемонстрировал требуемую квалификацию, целостно и полно выполнил предложенную научно-квалификационную работу и достоин присвоения учёной степени кандидата технических наук.

Мелик-Адамян Арег Фрикович
Кандидат технических наук
Руководитель отдела
«Cloud-Native Languages and Runtimes»
Intel Corporation US

13.03.2019

 **А.Ф. Мелик-Адамян**



3 подпись под 
торгст Чернышева Ю. В. / 
29/03/2019