

О РАЗРАБОТКЕ СРЕДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ СЕТЕЙ

Я. Ю. Навроцкий, Н. В. Пацей

Белорусский государственный технологический университет, Минск

Рассмотрены технические вопросы разработки среды построения различных топологий информационно-ориентированных сетей для оценки производительности и мониторинга работы динамически масштабируемых моделей. Приведены некоторые типы построенных моделей сетей.

Введение

Возрастающий спрос на высокомасштабируемое и эффективное распространение контента повлек за собой разработку новых интернет-архитектур на основе именованных объектов данных (Named Data Object, NDO). Подход к данным архитектурам обычно называют информационно-ориентированной сетью (Information Centric Networking, ICN). Цель ICN – устранение многих недостатков, присущих интернет-протоколу (IP) в существующих сетях. В ICN адресным элементом протокола выступает сама информация, а не конечные точки хоста, предоставляющие к ней доступ, как это имеет место сегодня в IP [1, 2]. Основной абстракцией ICN являются NDO, под которыми понимают все типы объектов, получаемых и сохраняемых пользователем. NDO сохраняют свою уникальность независимо от местоположения и от того, как они копируются, сохраняются и передаются. Это также означает, что любые две копии NDO эквивалентны.

Подходы к информационно-ориентированным сетям отличаются с точки зрения реализации, но они имеют общую цель – улучшить производительность и обеспечить удобный доступ к данным, но по имени, а не по адресу [1].

Над определением стандартизованного протокола ICN работают две основные исследовательские группы. Проект Content-Centric Networking (CCN) был запущен в Исследовательском центре Xerox Palo Alto (PARC) в 2009 г. В нем активно участвуют исследовательские сообщества и промышленность. Проект Named Data Networking (NDN), возглавляемый UCLA, финансируется за счет гранта Национального научного фонда (NSF) и включает многочисленные исследовательские университеты. Оба протокола NDN и CCN имеют общий корень и, таким образом, схожи по многим аспектам. CCN/NDN-сети обещают значительно улучшить масштабируемость, производительность, снизить стоимость сети, построенной на IP-протоколе. Также CCN/NDN обеспечивают собственную поддержку для мобильности клиентов, многоадресной доставки и внутрисетевого кэширования и гораздо более богатую инфраструктуру адресации, чем в IP, что может устранить сложность маршрутизации [2].

1. Разработка среды моделирования информационно-ориентированных сетей

Так как информационно-ориентированные сети являются пока проектом, то для их исследования и оценки требуется однородная среда, позволяющая выполнять моделирование. Платформой для создания такой среды стала Unity – визуальная система разработки, межплатформенной поддержки и модульных компонентов (рис. 1) [3].

При разработке среды моделирования были выделены следующие абстрактные сущности: маршрутизатор, источник данных, политика кэширования, стратегия замены

данных в конце, клиент и т. д. Названы интерфейсы, определяющие поведение сущностей: IRouter, IDataSource, CachePolicy, CacheReplacementPolicy, IClient и т. д. [4].

Одной из ключевых сущностей является маршрутизатор, для описания которого были написаны интерфейс IRouter и класс его реализации RouterNode. Когда маршрутизатор пересылает интерес (своего рода запрос), он создает запись, по которой интерес прибыл к нему в таблице ожидания интересов (PIT). PIT – это форма временного состояния, поддерживаемого CCN-маршрутизатором. По мере того как объект контента перемещается по сети, маршрутизаторы используют таблицу PIT для определения выходных путей, на которые должен передаваться объект контента. Чтобы очистить состояние, оставленное пакетами интересов, записи в PIT удаляются тогда, когда объект контента поступит запрашиваемым узлам. PIT в среде реализует класс PendingInterestTable.

Класс ClientNode реализует интерфейс IClient, отвечающий за поведение клиента, основная функция которого – запросить данные.



Рис. 1. Окно среды построения и настройки модели в Unity

Основным также является источник данных. Его поведение определяет интерфейс IDataSource, который реализует класс DataSourceNode.

Маршрутизатор принимает решение о переадресации запроса на основе данных таблицы ожидания интересов. Запрос отправляется только при первой записи в таблице. Для того что бы имитировать данный процесс, существуют две фазы. Первая фаза – все клиенты отправляют запрос (фаза запроса), вторая фаза – маршрутизаторы и источники данных отвечают на запросы (фаза ответа).

2. Построение моделей информационно-ориентированных сетей

Объекты среды представлены тремя типами компонентов: клиент, маршрутизатор, источник данных (рис. 2).

Для моделирования ICN были созданы три модели сетей с различным количеством клиентов, маршрутизаторов и источников данных [5, 6].



Рис. 2. Основные компоненты сети

Первые две модели представлены на рис. 3. Первая модель имеет четкую структуру и один источник данных (условное название – Type A). У второй модели нет четкой архитектуры, она имеет два источника данных и два edge-узла (Type B).

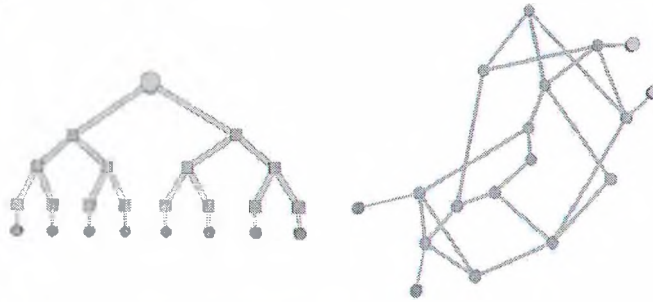


Рис. 3. Модели сетей Type A и Type B

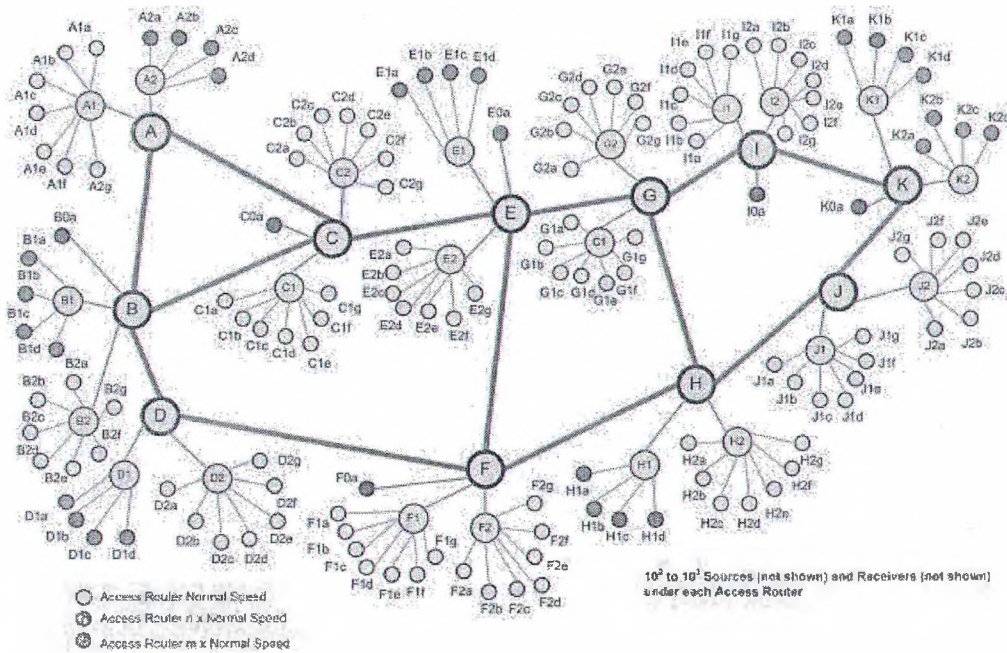


Рис. 4. Топология сети Abilene

Третья собранная модель – это сеть Abilene, экспериментальная высокоскоростная компьютерная сеть в США, созданная некоммерческим консорциумом Интернет2. Сеть объединяет более 230 американских университетов, научных центров и других учреждений. Главной ее особенностью на сегодняшний день является высокая скорость передачи данных. Сигнал в сети распространяется в основном по оптическим каналам. Маршрутизацию пакетов данных осуществляют специальные высокопроизводительные маршрутизаторы (рис. 4). В настоящее время сеть совместно поддерживается консорциумом Интернет2, Университетом Индианы, а также компаниями Qwest Communications, Nortel и

Juniper Networks [6]. В сети создаются виртуальные лаборатории, электронные библиотеки, ведется дистанционное обучение, она может служить каркасом для других сетей.

Сеть Abilene в разработанной среде представлена на рис. 5.

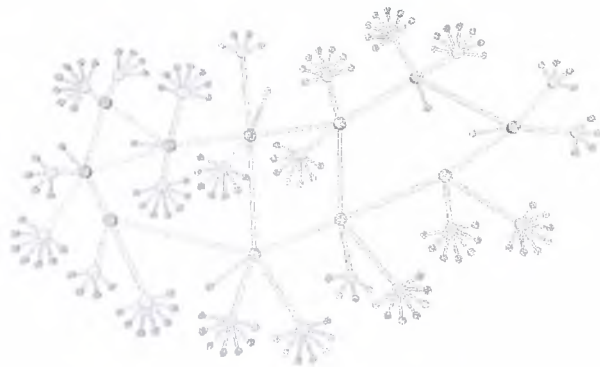


Рис. 5. Модель сети Abilene

Необходимо отметить, что разработанная среда позволяет собрать более сложные модели ICN, например, Tiger2, Geant, DTelekom, Level3 и т. д., что значительно расширяет спектр исследований.

Заключение

На сегодняшний день информационно-ориентированные сети являются проектом, не имеющим пока реального воплощения. Разработанная среда моделирования позволит проектировать и исследовать различные топологии ICN для оценки скорости передачи и поиска информации, оценки кэширования, маршрутизации, мобильности и т. д. При построении моделей ICN можно настраивать количество источников данных, размер кэша и политику кэширования, количество запросов от клиента, количество edge-узлов и т. п. В качестве демонстрации было собрано несколько моделей ICN (в том числе и экспериментальная высокоскоростная компьютерная сеть Abilene).

Список литературы

1. A survey of information-centric networking research / G. Xylomenos [et al.] // Communications Surveys Tutorials, IEEE. – Vol. 16. – 2014. – P. 1024–1049.
2. A survey of information-centric networking / B. Ahlgren [et al.] // Communications Magazine, IEEE. – Vol. 50. – July 2012. – P. 26–36.
3. Unity [Electronic resource]. – Mode of access: <https://unity3d.com/ru> 11.06.2018. – Date of access: 05.07.2018.
4. Навроцкий, Я. Ю. Моделирование и оценка производительности системы кэширования В ICN / Я. Ю. Навроцкий, Н. В. Пацей // // Информационные технологии : тезисы 82 науч.-техн. конф. профес.-препод. состава, научных сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 1–14 февр. 2018 г. / БГТУ. – Минск, 2018. – С. 33.
5. Architecture Definition, Component Descriptions, and Requirements / M. Ain [et al.] // Deliverable, PSIRP 7th FP EU-funded project. – Feb. 2009. – P. 1–100.
6. Laszka, A. Network Topology Vulnerability/Cost Tradeoff : Model, Application, and Computational Complexity / A. Laszka, A. Gueye // Internet Mathematics. – № 11(6). – Feb. 2015. – P. 588–626.