

УДК 004.032.2

МОДЕЛЬ ТРАФИКА СЕМАНТИЧЕСКОГО КЭША В ИНФОРМАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ СЕТИ

© Батыршина Я.А.

*Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Российская Федерация*

Научный руководитель: Гребешков А.Ю., д-р техн. наук, доцент
*Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: yana.borovskaya.98@mail.ru

Ключевые слова: информационно-ориентированная сеть, контент, коррелированный трафик, система массового обслуживания.

В данной работе исследуется концепция распространения контента в информационно-ориентированной сети (ИОС) (Information Centric Network, ICN) [1]. ИОС является новой парадигмой для описания современных телекоммуникаций, где сетевое взаимодействие осуществляется на основе контента. Концепция ИОС позволяет автоматически кэшировать контент в любом месте сети, независимо от приложения конечного пользователя благодаря облачным технологиям и распределенной обработке данных. Контент в рассматриваемой предметной области есть совокупность семантически определенных данных, которые имеют содержательный смысл, и связаны с определенной формой представления, например данные в бинарной форме, в текстовой форме, если речь идет о сенсорных данных или телеметрия. В работе рассматривается проблема анализа динамики распространения контента для обеспечения единого ситуационного информирования с помощью сенсорной сети.

В предлагаемой информационной модели ИОС любое устройство, которое распознает запрос контента, может ответить на запрос, прежде всего, из своей кэшированной памяти, в которой хранится информация с актуальным статусом. Актуальность определяется либо временем поступления данных, либо важностью объекта контроля и управления, либо уникальностью полученной информации. При этом речь идет, прежде всего, о семантическом кэше, под которым понимается совокупность ранее обработанных запросов и соответствующих данных с учетом онтологии предметной области, в рамках которой обрабатывается информация. Другими словами, в семантическом кэше данные соотносятся с условным семантическим ядром, на основе которого делается вывод прежде всего об уникальности либо тривиальности имеющейся информации. При этом семантический кэш как общая информационная модель физически не хранится на определенном узле, а может быть абстрагирован, то есть назначаться цифровому двойнику узла на удаленной облачной или цифровой платформе. Конкретно на узле физически хранятся определенные параметры объектов контроля, то есть значения атрибутов концептов предметной онтологии.

Благодаря взаимодействию с внешней средой любое устройство может стать источником контента, прежде всего уникального т.е. по которому либо отсутствуют запросы в кэш-памяти, либо отсутствует концепт в онтологии, либо значение атрибута концепта находится за пределами граничной оценки. Поэтому для моделирования трафика в процессе управления распространением контента в ИОС используется трех компонентная модель распределения узлов сети, учитывающая роль каждого узла – «Источник информации – Распределитель информации – Получатель информации» [2] (см. рис.).

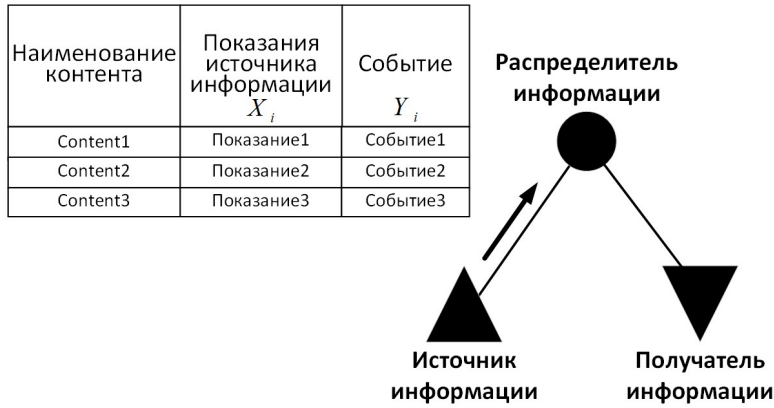


Рисунок – Модель коррелированного трафика контента

Узлы данной модели могут быть представлены как система массового обслуживания (СМО) [2], позволяющая учесть корреляцию во входном потоке контента. В такой модели трафик контента ИОС рассматривается как взаимно коррелированный с актуальным событием [3].

Актуальное или уникальное событие есть значимое событие для ИОС, содержательно классифицированное в рамках онтологии, прежде всего, как критическая ситуация (отказ), которая по своей природе (семантической аннотации [4]) требует срочного и неотложного информирования корреспондирующих узлов ИОС об объекте наблюдения и (или) управления. В процессе рассматриваемого обмена возникает сетевой трафик, который порожден актуальным или уникальным событием – трафик, коррелированный с первоначальным событием, который необходимо занести в семантическую кэш-память узлов сети на пути его маршрутизации от источника до получателя информации, причем получателем может быть в пределе неограниченное количество узлов. Контент, который не был порожден актуальным событием, но уже находится в семантической кэш-памяти узлов на пути следования контента, должен быть удален из кэша как неактуальный.

В рамках аналитической модели, факт существования или отсутствия линейной зависимости между двумя величинами (в данном случае между контентом и актуальным событием) характеризуется коэффициентом корреляции Пирсона:

$$r = \frac{\sum z_{X_i} z_{Y_i}}{n-1}, \quad (1)$$

где z_{X_i} , z_{Y_i} – z-оценки (переменная, соответствующая количеству стандартных отклонений относительно среднего значения); n – кол-во контента, порожденного актуальным событием.

$$z_{X_i} = \frac{X_i - \bar{X}}{s_X} \quad (2)$$

$$z_{Y_i} = \frac{Y_i - \bar{Y}}{s_Y}, \quad (3)$$

где $\bar{X}$, $\bar{Y}$ – математическое ожидание появления актуального или уникального события/контента; s_X , s_Y – стандартное отклонение.

В дальнейшем предлагаемая модель порождения актуального или уникального события/контента будет дополнена моделью распространения контента, отражающей динамику распространения контента по сети ИОС.

Библиографический список

1. Recommendation Y.3075. Requirements and capabilities of information-centric networking routing and forwarding based on control and user plane separation in IMT-2020. – ITU-T, September 2020. – Geneva, 2020. –18 p.
2. Батыршина, Я.А. Основные элементы при распределении коммуникационных ресурсов сенсорной сети / Я.А. Батыршина // XXVI Международная научно-техническая конференция «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций»: сб. науч. ст. – Самара: ПГУТИ, 2024. – С. 120–121.
3. Вишневский, В.М. Стохастические системы с коррелированными потоками. Теория и применение в телекоммуникационных сетях / В.М. Вишневский, А.Н. Дудин, В.И. Клименок. – М.: Техносфера, 2018. – 564 с.
4. Гребешков, А.Ю. Метод обеспечения семантической интероперабельности при обработке сенсорных данных / А.Ю. Гребешков, Я.А. Батыршина // Вестник Поволжского государственного технологического университета Серия «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы». – 2024. – № 4 (64). – С. 6–18.