

СОВОКУПНОСТЬ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ КАК МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ

Н.Г. Булахов, А.Л. Турицын, Б.Н. Пойзнер, В.Я. Хасанов

Томский государственный университет

Предлагается описание функционирования цифровых информационных сетей в форме математических моделей, ориентированное на выработку принципов регулирования режимов работы сети. Сеть предлагается рассматривать как некое устройство, содержащее в себе коммутаторы, маршрутизаторы и оконечные станции. Построенная модель обобщена на совокупность взаимодействующих устройств.

Развитие телекоммуникационных систем, а именно цифровых сетей передачи данных, базирующихся на разнообразных архитектурах и принципах построения, достигло таких масштабов, что вошло в нашу жизнь как атрибут повседневной действительности. Уже невозможно представить ни одного учреждения, которое не пользовалось бы в той или иной степени благами мировой сети, будь то электронная почта, обмен данными в виде изображения, текста, аудио- и видеофайлов и т.д. С каждым годом растут объёмы передаваемой информации, ужесточаются требования к скорости и качеству обмена данными по сети.

Соответственно, одной из первоочередных является проблема описания функционирования сетей в форме математических моделей, ориентированного на выработку принципов регулирования режимами в сети. Существующие методы описания, как правило, ограничиваются статистическими характеристиками конкретных типичных ситуаций либо реальных событий, имевших место в сетях. Но они не дают общих подходов, позволяющих строить систему анализа поведения сетей и управления ими. Подтверждением отсутствия общего подхода могут служить многочисленные случаи неконтролируемого распространения вирусных пакетов. Таким образом, актуально построение новых концептуальных принципов, позволяющих разрешить эти проблемы.

Предлагается рассматривать всю сеть как некое устройство, содержащее в себе коммутаторы, маршрутизаторы и оконечные станции. Тогда достаточно простой моделью, которая учитывает особенности функционирования всей реальной сети (в том числе при пиковых нагрузках), способно служить сетевое устройство с обратной связью. Оно объединяет в себе функции маршрутизирующего оборудования и оконечных станций, являясь в этом смысле универсальным.

Указанное устройство имеет N входов и N выходов. Пара вход-выход образует подключение. Каждому подключению ставятся в соответствие два веса WO_i и WV_i , позволяющие дифференцировать загруженность выбранного канала, что отражает реальное разделение на магистральные и оконечные подключения сети. Внутри предлагаемого устройства каждому выходу соответствует очередь пакетов длиной M . Вес WO соответствует нагрузке канала за счёт обычных информационных пакетов, вес WV – за

счёт саморазмножающихся пакетов, представляющих в данной модели компьютерных «червей». Чтобы учесть динамику распространения саморазмножающихся пакетов, вводится обратная связь. Она осуществляется за счёт изменения веса WV при изменении числа саморазмножающихся пакетов на выходе устройства.

Условия того, что в заданный такт времени на входе с номером n присутствует пакет, а если присутствует, то является либо саморазмножающимся, либо нет, определяют следующие соотношения:

$$f(n) = \begin{cases} 1, rnd \leq \frac{WO_i + WV_i}{WO_{\max} + WV_{\max}}, \\ 0, rnd > \frac{WO_i + WV_i}{WO_{\max} + WV_{\max}}. \end{cases} ; f_1(n) = \begin{cases} 1, rnd \leq \frac{WV_i}{WO_i + WV_i}, \\ 2, rnd > \frac{WV_i}{WO_i + WV_i}. \end{cases}$$

В зависимости от весов WO_i и WV_i , соответствующих порту назначения с номером k , каждый пакет помещается в некоторую выходную очередь – согласно соотношению

$$\sum_{i=1}^k (WO_i + WV_i) \leq random(\sum_{i=1}^N (WO_i + WV_i)) < \sum_{i=1}^{k+1} (WO_i + WV_i).$$

Если же очередь переполнена, то пакет отбрасывается. Далее подсчитывается число пакетов каждого типа (NO_t и NV_t) на каждом выходе. Действие обратной связи (о которой говорилось выше) проявляется в коррекции весов WO_i и WV_i , согласно соотношению

$$WV_{i,t} = WV_{i,t-1} \cdot \frac{NV_t + 1}{NV_{t-1} + 1}.$$

Очевидно, что предлагаемое устройство и его модель работают дискретно. Тогда логично использовать модель расширенного автомата, известную в теории автоматов.

Для проверки корректности предложенной модели выполнено компьютерное моделирование, результаты которого представлены графически на рисунке 1. Из графиков следует, что модель отражает характер поведения разнородного трафика в проблемных сетях, полностью согласуясь с экспериментальными данными [1], полученными в ходе анализа распространения реальных сетевых червей.

В отличие от имеющихся моделей построенная нами модель позволяет исследовать не только величину загрузки сети, но и количества переданного нормального трафика, заражённого трафика, величину потерь каждого из видов трафика. Эти параметры позволяют проводить гибкий анализ управляемости сети и её устойчивости к атакам вредоносного кода.

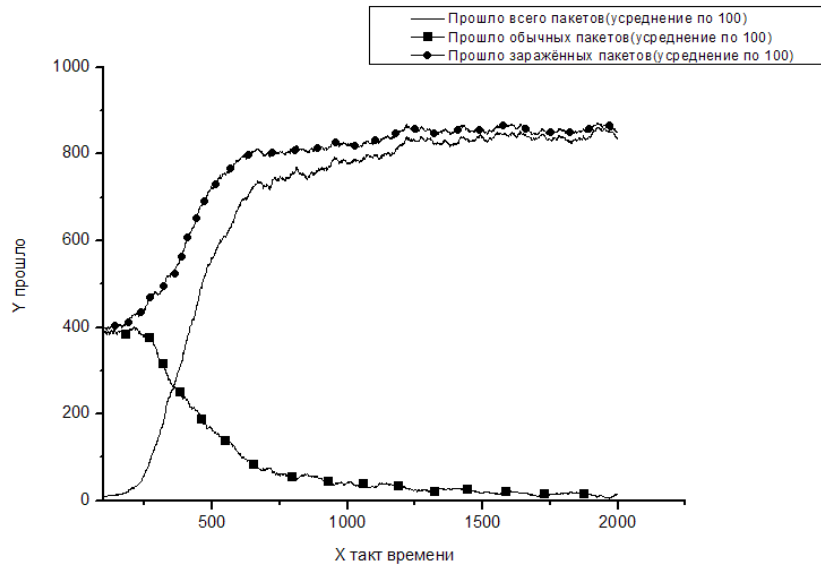


Рис. 1. Динамика числа пакетов, переданных через моделируемое устройство

Однако для учёта различных сетевых топологий необходимо усовершенствовать полученную модель. Вместо одного (описанного выше) устройства, сочетающего функции различного оборудования, целесообразно создать совокупность таких устройств, соединённых теми или иными связями, отражающими различные сетевые конфигурации. Теперь каждое устройство из этой совокупности помимо передачи информации должно осуществлять функции генерации и поглощения информационных пакетов. Кроме того, для каждого устройства как участника сетевого взаимодействия появляется возможность ввести «параметр заражённости» его компьютерными червями. Целесообразно ли при этом осуществлять маршрутизацию каждого отдельного пакета? Нет, по нашему мнению, для каждого устройства следует ввести априорные параметры, характеризующие число передаваемых, теряемых, поглощаемых и генерируемых пакетов. Благодаря наличию связей между устройствами, в каждый такт времени возможна коррекция указанных параметров на основе данных о состоянии реальной сети. Это позволит создать модель сети, избежав компьютерного симулятора.

Работа поддержана грантом ФАО Минобрнауки (Программа: «Развитие научного потенциала высшей школы», Раздел 3.3), регистрационный № 60321.

Библиографический список

1. Kim J., Radhakrishnan S., Dhall S.K. Measurement and Analysis of Worm Propagation on Internet Network Topology // Доступно в сети Internet: http://www.computer.org.ru/ieee_lib/Catalog/catalog_14_.html

1. Пойзнер Борис Николаевич;
2. Канд. физ.-мат. наук, доцент, профессор Томский государственный университет;
СОВОКУПНОСТЬ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
3. **КАК МОДЕЛЬ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ;**
4. **7. системы и устройства цифровой обработки сигналов;**
5. 634034, Томск, пр. Ленина, 43, кв. 5, (3822) 563-722, E-mail;
6. Сумма, номер и дата документа об оплате;