

в содержание объекта защиты или окружающей его среды (хамелеон меняет свой цвет, а дымовая завеса на флоте изменяет окружающую среду).

Все подобные стратегии защиты необходимо применять и в АСОИ. Однако защищаемому объекту недостаточно владеть даже всеми четырьмя стратегиями защиты. Он должен уметь прогнозировать развитие событий. Поэтому вводится понятие *абсолютной системы защиты* [4], в которой работает и стратегия прогнозирования, способная в любой момент спрогнозировать наступление угрожающего события за время, достаточное для приведения в действие любой из адекватных стратегий защиты. Любая защищаемая СИБ (отдельно взятый человек, государство, банк и т.п.) должна на основе анализа информации о текущих событиях внутри и вне системы определить (идентифицировать) прогнозируемое событие и принять решение какую стратегию защиты реализовать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д.М. Хомяков, П.М. Хомяков. Основы системного анализа. – М.: Изд-во механико-математического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова, 1996 – 108 с.
2. А.А. Грушо, Е.Е. Тимонина. Теоретические основы защиты информации. – М.: Изд-во Агентства «Яхтсмен», 1996 – 192 с.
3. Г.Н. Чижухин. Основы защиты информации в вычислительных системах и сетях ЭВМ: Учеб. пособие.–Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2001.–164 с.
4. С.П. Расторгуев. Абсолютная система защиты.// Системы безопасности связи и телекоммуникаций–№3, 1996,–с.86-88.

СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Кравец О.Я., Севрюков Н.Н.

В качестве модели телекоммуникационной сети удобно использовать сеть систем массового обслуживания (СМО), в которой каждый канал представляется двумя обслуживающими устройствами СМО, а узлы сети задают коммутационные матрицы для связи параметров потоков.

Входящими параметрами для узла являются интенсивности потоков $\lambda_{i,j}$, где i – индекс узла, откуда поступил поток, а j – индекс принимающего узла. Разные узлы имеют не одинаковое количество входов/выходов, обозначим их число через m_i , где i – индекс узла. Также характеристикой узла являются плотности потоков после коммутации – $\rho_{i,kl}$, где i – индекс узла, а k, l – вход/выход через которые проходит поток (см. рис.1). Тогда интенсивность потока с i -го узла на j -ный можно представить в виде:

$$I_{ij} = \sum_{k=1}^{m_i} r_{i,f(k,i)j} I_{f(k,i),i}, \quad (1)$$

где $f(i_1, i_2)$ функция, которая задает распределение индексов входов/выходов, по сути, введена, чтобы не заострять внимание на выборе порядка их нумерации. Таким образом, было проведено суммирование по всем входам/выходам.

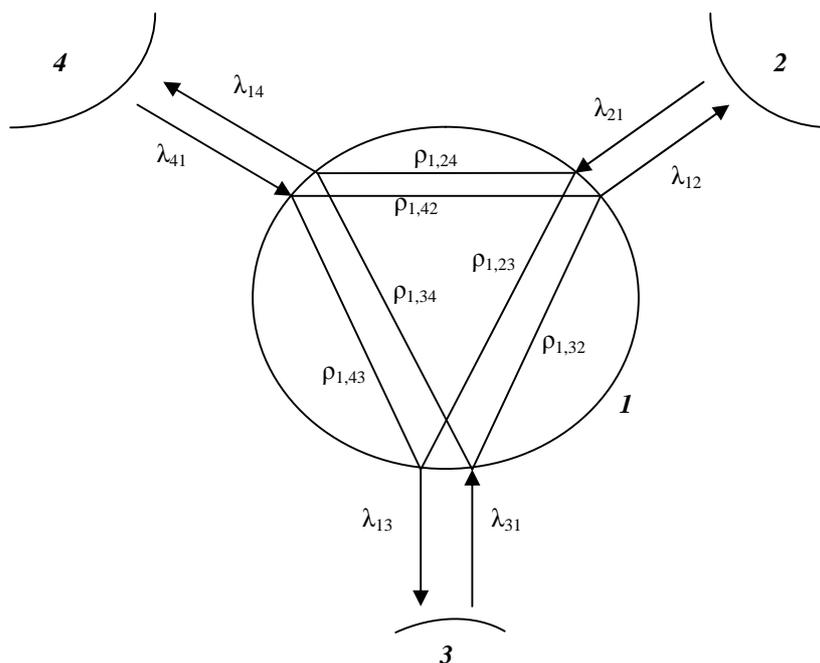


Рисунок 1. Характеристикой узла

Переходя к узлу в целом, данное уравнение можно представить в матричной форме, если ввести матрицу коммутации вида:

$$P_i = \begin{pmatrix} r_{i,f(1,i)f(1,i)} & \mathbf{L} & r_{i,f(1,i)f(m_i,i)} \\ \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} \\ r_{i,f(m_i,i)f(1,i)} & \mathbf{L} & r_{i,f(m_i,i)f(m_i,i)} \end{pmatrix}$$

и вектор интенсивности потока для узла i :

$$\Lambda_i = \begin{pmatrix} I_{f(1,i),i} \\ \mathbf{M} \\ I_{f(m_i,i),i} \end{pmatrix}$$

Тогда (1), с учетом всего узла, можно представить в виде:

$$I_{if(k,i)} = P_i^{f(k,i)} \Lambda_i.$$

Полная система для всех n узлов с m_i входами/выходами будет описываться следующей системой линейных алгебраических уравнений:

$$I_{if(k,i)} = P_i^{f(k,i)} \Lambda_i, \quad i = \overline{1, n}; k = \overline{0, m_i} \quad (2)$$

или

$$I_{if(k,i)} = r_{i,f(1,i)f(k,i)} I_{f(1,i)} + \dots + r_{i,f(m_i,i)f(k,i)} I_{f(m_i,i)}, \quad i = \overline{1, n}; k = \overline{0, m_i}. \quad (3)$$

Целью моделирования является исследование системы при различном поведении систем мониторинга СПД, которые вносят дополнительный поток данных в общий трафик сети. Так как данный поток никак не связан с общими потоками данных, то целесообразно ввести отдельные интенсивности для данного потока, т.е. необходима еще одна система уравнений, которая будет описывать распределение трафика системы мониторинга. В свою очередь задача мониторинга распадается на две составные части, это активный мониторинг некоторой контролирующей станцией и данные, которые посылают сами устройства СПД. Тогда полная интенсивность всех потоков:

$$I = I^{(0)} + I^{(1)} + I^{(2)},$$

где $I^{(0)}$ - интенсивность общего потока, $I^{(1)}$ - интенсивность потока создаваемого станцией мониторинга, $I^{(2)}$ - интенсивность потока событий от устройств:

$$I_{if(k,i)}^{(0)} = P_i^{f(k,i)^{(0)}} \Lambda_i^{(0)}, \quad i = \overline{1, n}; k = \overline{0, m_i},$$

$$I_{if(k,i)}^{(1)} = P_i^{f(k,i)^{(1)}} \Lambda_i^{(1)}, \quad i = \overline{1, n}; k = \overline{0, m_i},$$

$$I_{if(k,i)}^{(2)} = P_i^{f(k,i)^{(2)}} \Lambda_i^{(2)}, \quad i = \overline{1, n}; k = \overline{0, m_i}.$$

Необходимо рассматривать задачу с нестационарными потоками. Ниже, непосредственное указание зависимости параметров потока от времени, в формулах может опускаться, но оно будет подразумеваться.

В качестве модели будем рассматривать Марковскую модель массового обслуживания. Воспользуемся «прямым» уравнением процесса рождения и гибели:

$$P_{in}'(t) = \frac{dP_{in}(t)}{dt} = -(I_n + m_n)P_{in}(t) +$$

$$+ I_{n-1}P_{i,n-1}(t) + m_{n+1}P_{i,n+1}(t), \quad t \geq 0, n > 0, i = 0, 1, 2, \dots;$$

$$P_{i0}'(t) = \frac{dP_{i0}(t)}{dt} = -I_0P_{i0}(t) - m_1P_{i1}(t),$$

$$n = 0, i = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

Далее индекс i , который характеризует начальное состояние, опускается, но будет подразумеваться.

При анализе и решении этой задачи, параметры которой зависят от времени, удобно считать их зависимость периодической (подобная задача была решена в работе *Clare A.B.: A Waiting Time Process of Markov Type, Ann. Math. Statist., vol.24, pp.452-459, 1956*). Введем преобразование времени τ следующего вида:

$$t \equiv \tau(t) = \int_0^t m(s) ds.$$

Для упрощения вычислений воспользуемся масштабом времени τ :

$$r(t) = \frac{I(t)}{m(t)}, \quad (5)$$

$$R(t) = \frac{\int_0^t I(s) ds}{\int_0^t m(s) ds} = \frac{1}{t} \int_0^t r(s) ds.$$

Подставляя (5) в (4) получим «прямое» уравнение процесса гибели и рождения с новой масштабной переменной τ :

$$\frac{P_0(t)}{dt} = -r(t)P_0(t) + P_1(t),$$

$$\frac{P_n(t)}{dt} = -[1 + r(t)]P_n(t) + r(t) + r(t)P_{n-1}(t) + P_{n+1}(t), \quad n > 0. \quad (6)$$

Пусть $Q_n(t) = e^{t[1+R(t)]} P_n(t)$, $n=0, 1, \dots$, тогда система (6) примет вид:

$$\frac{dQ_0(t)}{dt} = Q_0(t) + Q_1(t),$$

$$\frac{dQ_n(t)}{dt} = r(t)Q_{n-1}(t) + Q_{n+1}(t), \quad n > 0. \quad (7)$$

Чтобы решить эту систему надо свести ее к дифференциальному уравнению в частных производных, используя метод производящих функций. Применяя производящую функцию

$$Q(z, t) = \sum_{n=0}^{\infty} Q_n(t) \frac{(z-t)^n}{n!},$$

получаем уравнение:

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial t \partial z} = r(t)Q. \quad (8)$$

Дифференцируя $Q(z, \tau)$ по τ , беря $z=\tau$ и воспользовавшись уравнением для $Q_0'(t)$ из (7) получаем граничные условия

$$\left. \frac{\partial Q(z, t)}{\partial t} \right|_{z=t} = Q(t, t). \quad (9)$$

Из условия начального состояния системы находим, что $Q(z, 0) = \frac{z^i}{i!}$, и пусть $f(t) = \frac{\partial Q(0, t)}{\partial t}$.

Решение задачи Коши для уравнения гиперболического типа находим методом Римана.

$$Q(z, t) = A_i(0, t, z) + \int_0^t A_0(s, t, z) f_i(s) ds. \quad (10)$$

Где:

$$A_n(s, t, z) = z^{\frac{n}{2}} [R(t)t - R(s)s]^{\frac{n}{2}} I_0 \cdot \left(2 \left[[R(t)t - R(s)s] z \right]^{\frac{1}{2}} \right),$$

$$n = 0, \pm 1, \dots;$$

$$\frac{\partial A_n(s, t, z)}{\partial z} = A_{n-1}(s, t, z),$$

$$\frac{\partial A_n(s, t, z)}{\partial t} = r(t) A_{n+1}(s, t, z);$$

$$A_n(0, 0, 0) = d_{0n}, \quad A_{-n}(t, t, t) = \begin{cases} 0, & n > 0, \\ 1, & n = 0. \end{cases}$$

$$B_n(s, t) = A_n(s, t, t) - r(t) A_{n+1}(s, t, t),$$

$$f_i(t) = B_i(0, t) + \int_0^t B_0(s, t) f_i(s) ds.$$

Используя эти выражения, переходим от производящей функции $Q(z, \tau)$ к искомой:

$$P_n(t) = \exp\{-t[1 + R(t)]\} [A_{i-n}(0, t, t) + \int_0^t A_{-n}(s, t, t) f_i(s) ds] \quad (11)$$

Зная условные вероятности того, что в момент времени τ в канале находится n пакетов (при условии, что в момент времени $\tau=0$ было i пакетов) и плотность распределения длительности ожидания $(n+1)$ -го пакета, несложно получить среднее время ожидания пакета в очереди.

Задача, выбора критерия оптимального мониторинга сетей передачи данных, сводится к максимизации частоты мониторинга f_{mon} (для одной контролирующей станции). При этом должны выполняться следующие условия: условие «минимальных помех» (поток, создаваемый системой мониторинга, увеличивает среднее время ожидания не более чем на ζ) и условие «равномерности» (дисперсия среднего времени ожидания должна увеличиваться не более чем на η).

$$(1 + V) Lq_{ij}^{mon} \leq Lq_{ij},$$

$$(1 + h) Dq_{ij}^{mon} \leq Dq_{ij}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n}.$$

Надо заметить, что среднее время обслуживания Lq находится при условии отсутствия потока мониторинга, т.е. учитываем только $\lambda^{(0)}$, в то время, как Lq^{mon} с учетом полного потока $\lambda = \lambda^{(0)} + \lambda^{(1)} + \lambda^{(2)}$. Аналогично для дисперсий Dq, Dq^{mon} .

АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАРШРУТИЗАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Кремер А.И., Алгазинов Э.К.

Процесс доставки пакета получателю по одиночному маршруту в сети представляет собой конечную цепь Маркова. Матрица переходных вероятностей P совместно с априорным распределением узлов определяет Марковский процесс, описывающий процедуру доставки пакета конкретному узлу-адресату. Для конкретной сети можно построить матрицу переходных вероятностей P , которая описывает дискретный процесс Маркова с двумя поглощающими состояниями, одно из которых - искомый узел l , а другое - потеря поиска. Остальные узлы образуют множество невозвратных состояний, вероятности переходов в котором представлены матрицей S . Для замкнутого задания потоков в сети вводится нулевое состояние конечной цепи Маркова, из которого нагрузка поступает в узлы сети. Исходными данными при задании начального распределения потоков является матрица

интенсивностей $I = \| I_{ij} \|_{n,n}$, где I_{ij} - интенсивность потока заявок (пакетов/с), исходящих из узла i в направлении узла j . Вероятности переходов в узлы сети из нулевого состояния определяются на основании матрицы интенсивностей

$$P_{0i}^l = \frac{I_{il}}{\sum_{j=1}^n I_{ij}} \quad (1)$$

При этом сама матрица P имеет следующий вид:

$$P^{(l)} = \begin{bmatrix} E & O \\ S & Q \end{bmatrix}_{n+2, n+2}, \quad (2)$$

где E - единичная матрица, размерности 2×2 ,

O - нулевая матрица, размерности $2 \times n$,

S - матрица, размерности $n \times 2$, отображает переходы из невозвратных состояний в эргодические (поглощающие),

Q - матрица, размерности $n \times n$, отражает поведение процесса до выхода их множества невозвратных состояний,

l - индекс, означающий, что матрица построена для l -го искомого узла.

При анализе функционирования всей сети в целом, когда возникновение требований на передачу пакетов носит массовый характер, необходимо рассмотрение совокупности конечных цепей Маркова, где каждому узлу-адресату соответствует одна вложенная конечная цепь Маркова. Состояния цепи отождествляются с узлами сети, и все процессы, как пра-