**Модели IP протокола (Internet protocol) с учётом защиты информации**

Саидахмедов Ш.Х.

Получены модели IP- протокола в шести формах математического представления на основе блок-схемы алгоритма функционирования IP-протокола и аппарата сетей Петри (СП). Назначение каждой модели - в отражении совершенно определенных аспектов моделируемого протокола.

Стандартизация протоколов защиты информации на всех уровнях Internet пока недостаточно зрелая- сегодня по этом вопросам нет ни одного принятого стандарта. Однако проработка вопросов защиты информации ведется достаточно активно - в стадии рассмотрения находится ряд предоложений по стандартам и ещё большее число документов находится в экспериментальной и информационной стадиях. Исходя из сказанного, рассмотрим на примере протокола IP управление во взаимодействии Internet.

Алгоритм функционирования рассматривается для передачи межсетевой дейтаграммы (МД) через один промежуточный шлюз. Прикладная программа, отправляющая МД и функционирующая на ГВМ-отправителе, подготавливает свои данные и вызывает модуль IP своей ГВМ (главная вычислительная машина) с целью отправки этих данных в виде МД, причем в качестве аргументов вызова указываются адрес получателя и другие параметры [1].

Модуль IP подготавливает заголовок МД и присоединяет к нему данные. Далее модуль IP определяет подсетевой адрес (т.е. адрес в системе адресования подсети, к которой подключен ГВМ-источник), соответствующий данному межсетевому адресу (в данном случае это будет адрес шлюза), и передает данную МД и подсетевой адрес на обработку модулю, реализующему протокол сетевого уровня подсети А (МПСУ А). Этот модуль создает заголовок пакета подсети и присоединяет к нему в качестве данных МД и передает ее в таком виде через подсеть А.

МД поступает на шлюз в виде данных пакета подсети, далее МПСУ А шлюза освобождает дейтаграмму от заголовка подсети и передает ее модулю IP. По межсетевому адресу модуль IP определяет подсетевой адрес следующей ГВМ в подсети В, куда должна быть передана МД. В данном случае модуль IP определит подсетевой адрес для ГВМ-адресата. После этого для выполнения передачи вызывается модуль протокола сетевого уровня подсети В (МПСУ В). Этот модуль, в свою очередь создает заголовок пакета подсети В, присоединяет к нему в качестве данных межсетевую дейтаграмму и отправляет пакет с целью доставки ГВМ-адресату. На ГВМ-адресате МД освобождается от заголовка пакета подсети В и передается на обработку модулю IP. Модуль IP определяет,какой прикладной программе предназначена данная МД, и передает этой прикладной программе данные в ответ на системный вызов, выдавая в качестве результатов этого вызова адрес отправителя и другие параметры.

Блок-схема описанного алгоритма функционирования IP-протокола с интерпретацией элементов представлена на рис.1.На рис.2 показан перевод блок-схемы алгоритма функционирования IP-протокола (рис.1) в эквивалентную графовую модель сети Петри (СП) [2].

ГВМ-отправитель

p1

p2

p3

ГВМ-отправитель

p6

p7

p6

Прикладная программа–t1

Модуль IP –t2

МПСУ А –t3

Модуль IP –t5

МПСУ А- t4

МПСУ В - t6

Прикладная программа –t9

Модуль IP –t8

МПСУ В - t7

Рис.1

p3

P6

p4 p5

t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 t8

⏐--0---+---0---+--0---+---0--+--0--+--0--+--0---+--

p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7

p8

-+---0---⏐

t8 t9

Рис.2

Матричная модель, эквивалентная графовой модели СП IP-протокола и определенная в терминах векторов и матриц, представлена в табл.1,2 (пустоты соответствуют нулям).

Таблица 1

+------------------------------

¦ ⏐t1¦t2¦t3¦t4¦t5¦t6¦t7¦t8¦t9¦

---+--+--+--+--+--+--+--+--+--+

⏐p1¦ ¦1 ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦

¦p2¦ ¦ ¦ 1¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦

¦p3¦ ¦ ¦1 ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦

¦p4¦ ¦ ¦ ¦ ¦ 1¦ ¦ ¦ ¦ ¦

¦p5¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦1 ¦ ¦ ¦ ¦

¦p6¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦1 ¦ ¦ ¦

¦p7¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦1 ¦ ¦

¦p8¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ 1¦

+------------------------------

Таблица 2

+------------------------------

¦ !t1¦t2¦t3¦t4¦t5¦t6¦t7¦t8¦t9¦

-------------------------------

⏐p1¦ 1¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦

¦p2¦ ¦1 ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦

¦p3¦ ¦ ¦ 1¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦

¦p4¦ ¦ ¦ ¦ 1¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦

¦p5¦ ¦ ¦ ¦ ¦ 1¦ ¦ ¦ ¦ ¦

¦p6¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ 1¦ ¦ ¦ ¦

¦p7¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ 1¦ ¦ ¦

¦p8¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ ¦ 1¦ ¦

+------------------------------

Подстановочная модель IP-протокола эквивалентной графой и матричной моделям этого же протокола имеет вид:

Q1: переход-исток {(y1 +1,р1)};

Q2:{(х1 ≥.1,р1)} → {(х1-1,р1)} U{(y2 +1,р2)};

Q3:{(х2 ≥ 1,р2)} → {(х2 -1,р2)} U {(y3+1,р3)};

Q4:{(х3 ≥ 1,р3)} → {(х3-1,р3)} U {(y4+1,р4)};

Q5:{(х4 ≥ 1,p4)} → {(x4 -1,p4)} U {(y5 +1,p5)};

Q6:{(х5 ≥ 1,р5)} → {(х5-1,р5)} U {(y6+1,р6);

Q7:{(х6 ≥ 1,р6)} → {(х6-1,р6)} U {(y7+1,р7)};

Q8:{(х7 ≥ 1,р7)} → {(х7-1,р7)} U {(y8+1.р8)};

Q9:{(х8 ≥ 1,р8)} → {(х8-1,р8)} переход-сток,

t1 t1 A1

+--------------0 p2 +---------------0 p2

t2 t2 A2

p1 0----------------+--------------0 p2 p1 0----------------+--------------0 p2

t3 t3 A3

p 2 0----------------+--------------0 p3  p 2 0----------------+--------------0 p3

t4 t4 A4

p3 0----------------+--------------0 p4  p 3  0----------------+--------------0 p4

t5 t5 A5

p 4 0----------------+--------------0 p5  p 4  0----------------+--------------0 p5

t6 t6 A6

p 5 0----------------+--------------0 p6  p 5 0----------------+--------------0 p6

t7 t7 A7

p 6 0----------------+--------------0 p7  p 6 0----------------+--------------0 p7

t8 t8 A8

p7 0----------------+--------------0 p8  p 7 0----------------+--------------0 p8

t9 A9 t9

p 8 0----------------+-p8 0----------------+

а) б)

Рис.3.

где Qi - множество событий; хi,yi- число меток во входной и выходной позициях pi перехода tj соответственно;(x1≥1,p1) -

наличие не менее одной метки в позиции p1; (x1 -1,p1) - извлечение одной метки из позиции p1; (y2 +1,p2) - помещение одной метки в позицию p2.

Аналитическое представление,задается в виде формул алгебры СП. Формулами в этой алгебре являются: символические обозначения элементарных СП; результаты применения алгебры СП ее формулам. Сетевые представления формул приведены на рис.3,где:

а) множество элементарных СП для переходов t1-t9; б) СП - соответствующая формулам A1- A9...

На основе A1,A2,...,,A9 не трудно получить аналитическое описание IP-протокола

(...((A1\*A2)\*A3)\*,...,A8)\*A9 = A1\*A2\*A3\*,...,\*A9,

где "\*"- операция наложения [3].

Модель позолила компактно записать сложные структуры управления протокола и анализировать свойства протокола связанных с его реализацией.

Структурная модель, эквивалентная приведенным выше моделям этого же протокола, имеет следующий вид:

I(t1)переход-стокI(t2)={p1},I(t3)={p2}, I(t4)={p3},I(t5)={p4},I(t6)={p5};I(t7)={p6},I(t8)={p7},

I(t9)={p8};O(t1)={p1},O(t2)={p2},O(t3)={p3},O(t4)={p4},O(t5)={p5},O(t6)={p6} O(t7)={p7},O(t8)={p8},O(t9) - переход-сток.

Алгебраическая модель .IP -протокола для этого:

- придадим позиции pi 0 вес Si=2i-1 и вычисляем:

S1=1,S2=2,S3=4,S4=8,S5=16,S6=32,S7=64,S8=128,S9=256.

- находим вес Qj перехода tj:

Q1=S1=1,Q2=S2-S1=1,Q3=S3-S2=2,Q4=S4-S3=4,

Q5=S5-S4=8,Q6=S6-S5=16,Q7=S7-S6 =32, Q8=S8-S7=64,

Q9=-S8=-128.

- определяем функции запуска переходов:

t1-переход-исток,t2= μ1,t3= μ2,t4 = μ3 ,t5 = μ4,t6 =

μ5,t7=μ6,t8 = μ7 ,t9 = μ8 .

определяем, алгебраический полином, реализующего

кортеж t9•t8•t7•t6•t5•t4•t3•t2•t1:

T=μ1+ μ2+μ3+μ4+μ5+μ6+μ7+μ8

определяем окончательное представление СП модели

в виде двух уравнений

1. Mk+1=Mk+Qk 0, где Qk 0={1,1,2,4,8,16,32,64,-128}

2. T=μ1+ μ2+μ3+μ4+μ5+μ6+μ7+μ8, где μi∈ {0,1}- маркеры в позиции pi.

Итак, получены модели IP протокола в шести формах математимческого представления с использованием заданной спецификации и аппарата ординарной СП: графовая, матричная, подстановочная,аналитическая, структурная и алгебраическая. Назначение каждой из моделей - в отражении совершенно определенных аспектов моделируемого протокола [4].

**Список литературы**

1.Протоколы информационно-вычислительных сетей. Справочник/ С.А. Аничкин, С.А. Белов, А.В. Бернштейн и др. Под ред.И.А. Мизина, А.П. Кулешова.- М.: Радио и связь, 1990.-504 с.

2.Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем.М.:Мир.-1984.-150 с.

3.Котов В.Е.Алгебра регулярных сетей Петри//Кибернетика.-1980. N 5.- С. 10-18.

4.Саидахмедов Ш.Х. Требования к модели поведения протокола. Модель поведения и структурные модели на основе теории сетей Петри//Проблемы информатики и энергетики. Ташкент,1998,-N1.- С. 6-10.