

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Е. Б. Михайловский, И. Л. Селезнев

Отдел студенческой науки и магистратуры, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: jake2mi@gmail.com

В работе предлагается сетецентрический подход к созданию архитектуры информационной системы распределения и управления ресурсами. Разработана математическая модель размещения узлов распределения информации на графе сетецентрической модели и модель обслуживания трафика абонентов в условиях ограниченной пропускной способности звеньев каналов сети.

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развития информационно-коммуникационных систем, когда вся информация образует общее информационное поле, возрастают требования к сетям передачи данных. Архитектура инфокоммуникационных систем становится сетецентрической. Производительность, режим работы и безопасность систем зависит от выбора оптимальных параметров, характеризующих данную систему [1].

1. МОДЕЛЬ РАЗМЕЩЕНИЯ УЗЛОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

При создании архитектуры информационной системы сетецентрического типа принято использовать модели теории графов и потоков в сетях. Для анализа показателей качества этих систем обычно применяются модели теории телетрафика мультисервисных сетей [2]. В настоящее время для исследования проблемы построения сетецентрической системы (СС) применяется два вида моделей. С помощью моделей первого вида решаются задачи дискретной оптимизации размещения узлов. Модели второго вида – это вероятностные модели телекоммуникационных сетей, так называемые мультисервисные модели. Специфика построения сетецентрической системы СС требует применения моделей обоих типов и проведения комплексных исследований для получения достоверной оценки качества функционирования СС [3].

В данной работе решается задача разработки математической модели размещения узлов распределения информации на графе СС (рис.1). Каждой вершине графа СС соответствует узел (сенсор, узел принятия решения, узел воздействия), каждому ребру – звено телекоммуникационной сети [4]. Множество вершин исследуемого графа удобно представить в виде следующих подмножеств:

Υ_C – множество вершин предполагаемого размещения узлов принятия решений;

Υ_T – множество вершин размещения узлов принятия решений;

Υ_R – множество вершин размещения промежуточных узлов связи;

Υ_S – множество вершин размещения потребителей информации.

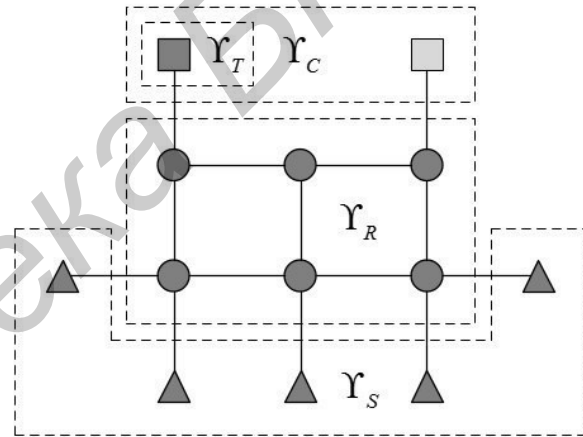


Рис. 1 – Пример графа СС

Задача оптимизации на графе СС имеет следующий вид:

$$\sum_{x_i \in \Upsilon_C} 1(x_i \in \Upsilon_T) \omega_{x_i} \rightarrow \min,$$

$$\sum_{x_i \in \Upsilon_C} 1(x_j \in M_j) 1(x_i \in \Upsilon_T) \geq k_j, x_j \in \Upsilon_S,$$

где ω_{x_i} – стоимость достижения вершины x_i , M_j – множество достижимых узлов для вершины j , k_j – минимальное количество узлов принятия решений для вершины j , $1(\cdot)$ – характеристическая функция [5].

Для решения сформулированной задачи могут использоваться приближенные методы, такие как жадный, генетический, лагранжевой релаксации и так далее. Большинство из них подходит к решению задачи оптимизации методом разбиения на тривиальные подзадачи оптимизации, предполагая, что конечный объединенный результат так же будет оптимальным. В

данной работе используется модифицированный алгоритм М.Спона [6,7]. При его применении возможно использование трех известных метрик: аддитивной, мультипликативной и вогнутой. Поскольку большинство алгоритмов телекоммуникационных протоколов (например, протокол OSPF) работает с аддитивными метриками, в качестве метрики предлагается принять величину

$$m(x_i, x_j) = \frac{1[\text{Mbit}]}{C(x_i, x_j)},$$

которая интерпретируется как время передачи в канал блока данных объема, равного единице измерения пропускной способности $C(x_i, x_j)$ соответствующего звена сети. Сформированные согласно выбранной аддитивной метрике маршруты удовлетворяют необходимым по условию ограничениям времени передачи данных.

II. МОДЕЛИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАФИКА АБОНЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЗВЕНЬЕВ КАНАЛОВ СЕТИ

При решении задачи оптимизации СС используется «эластичный трафик» (трафик с негарантированной доставкой) [8]. В процессе одновременной передачи по звену сети с ограниченной пропускной способностью нескольких потоков (блоков) данных все потоки получают одинаковую долю пропускной способности вне зависимости от своей длины. Очевидно, что с ростом нагрузки абонентов растет и время передачи эластичного трафика, которое для исследуемой в работе СС не может превышать заданного значения. Для решения проблемы может быть использован метод гарантированного назначения всем потокам минимальной величины пропускной способности, достаточной для передачи без дополнительных задержек наиболее приоритетной информации. Однако этот метод также имеет свои недостатки, а именно – при больших значениях нагрузочных параметров с некоторой вероятностью могут возникать блокировки запросов абонентов на передачу блоков данных из-за отсутствия на звеньях маршрута передачи свободной пропускной способности. Для обеспечения качества функционирования системы вводятся требования (ограничения) на вероятность блокировки запросов абонентов [9]. С учетом этих требований задача оптимизации примет вид, указанный в формулах 1 и 2, где \tilde{a} – нагрузка, обслуживаемая сетевидной системой, $l_i(s, t)$ – i -й маршрут доставки информации от источника t к потребителю s , $L(s, t)$ – множество маршрутов доставки информации от источника t к потребителю s , N – множество информационных потоков источника информации, $a_{in}(s, t)$ – доля информации, переданная n -ым потоком через i -й маршрут, $B_{in}(s, t)$ – вероятность блокировки n -ого потока на i -ом маршруте, $B(s)$ – вероятность блокировки информационного потока абонента s , B^* – требуемое качество обслуживания абонента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании СС для расчета и анализа структурных и нагрузочных параметров сетевидной системы, при решении задачи размещения узлов АСУ различного назначения в сети с каналами с ограниченной пропускной способностью, для обоснованного выбора оценки качества функционирования.

1. Михайловский, Е.Б. О построении модели сетевидной системы защиты информации / Е.Б. Михайловский // Технические средства защиты информации. – 2016. – С. 33-34.
2. Alberts, D. S. Network centric warfare: Developing and leveraging information superiority / D. S. Alberts, J.J. Garstka, F.P. Stein; DoD C4ISR Cooperative Research Program publication series. - 2nd ed. (revised). – 2000. – 284 p.
3. Теория управления в системах военного назначения / И. В. Котенко [и др.]; под ред. И. В. Котенко. – М. : Издательство МО, 2001. – 320 с.
4. Ross, K. W. Multiservice loss models for broadband telecommunication networks / K. W. Ross. – Springer, 1995. – 343 p.
5. Наумов, В. А. Теория телетрафика мультисервисных сетей / В. А. Наумов, К. Е. Самуйлов, Н. В. Яркина. – М. : Издательство РУДН, 2007. – 191 с.
6. Бородакий, В.Ю. К решению задачи размещения центров обработки данных в сетевидной системе / В.Ю. Бородакий // Вестник РУДН. Сер. Математика, информатика, физика. – 2009. – № 3. – С. 25-33.
7. Меликов, А. З. Телетрафик: модели, методы, оптимизация / А. З. Меликов, Л. А. Пономаренко, В. В. Паладюк. – Киев: ИПК «Политехника», 2007. – 285 с.
8. Iversen, V. B. Teletraffic engineering: Handbook / V. B. Iversen; ITU-D. – 2006. – 354 p.
9. Бочаров, П. П. Теория массового обслуживания / П. П. Бочаров, А. В. Печинкин. – М. : Изд-во РУДН, 1995. – 529 с.

$$\tilde{a} = \sum_{s \in \Upsilon_C} \sum_{t \in \Upsilon_T} \sum_{l_i(s,t) \in L(s,t)} \sum_{n \in N} a_{in}(s, t)(1 - B_{in}(s, t)) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$B(s) = 1 - \prod_{n \in N} (1 - \prod_{t \in \Upsilon_T} \prod_{l_i(s,t) \in L(s,t)} B_{in}(s, t)) \leq B^*, s \in \Upsilon_S \quad (2)$$