

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВЫБОРА МАРШРУТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА

Безрук В.М., Варич В.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина 14, каф. «Сети Связи», тел. 702-14-29,

E-mail: bezruk@kture.kharkov.ua

Abstract - Practical features of multi-criteria approach to solving the problem of optimal routing in a multiservice network considered. To solve this problem in the theory of decision-making using multi-criteria approach - a selection of some properties of objects (features), their evaluation and decision on the results of the comparisons. Network model is chosen. The network form is f MNV graph. It contain a set of nodes and links. We found a subset of the Pareto-optimal routing options based set of indicators of quality.

I. Введение

Увеличение объемов разнородной информации, передаваемой в современных мультисервисных сетях связи, а также необходимость передачи этой информации с гарантированным качеством обуславливает поиск более совершенных подходов к планированию и управлению трафиком в мультисервисных сетях связи. Мультисервисная сеть связи представляет собой сложную систему с множеством элементов, влияющих на эффективность ее работы, и для обеспечения высокого качества обслуживания различных типов трафика необходимо решение задачи планирования маршрутизации с учетом совокупности показателей качества. Это определяет необходимость применения методов многокритериальной оптимизации при решении задач маршрутизации в таких сетях связи. Многокритериальный подход при решении поставленной задачи включает выбор некоторых свойств объектов и соответствующих показателей качества, их оценку и принятие оптимальных решений по результатам сравнений вариантов маршрутизации по совокупности показателей качества.

II. Постановка задачи

Задано множество допустимых решений (маршрутов) на конечном графе сети $G = (V, E)$, где $V = \{v\}$ – множество узлов, $E = \{e\}$ – множество линий связи. Каждый маршрут x определяется некоторым подмножеством узлов и линий связи. В задачах маршрутизации принятие оптимальных решений представляется моделью $\{X, F\} \rightarrow x^*$, где $X = \{x\}$ – множество допустимых решений (маршрутов) на графе сети $G = (V, E)$; $F(x)$ – целевая функция выбора маршрутов; x^* – оптимальное решение задачи маршрутизации. При многокритериальном подходе к выбору оптимальных маршрутов полагается, что выполняется декомпозиция функции $F(x)$ на совокупность (вектор) частных функций выбора. В этом случае на множестве X задается векторная целевая функция

$$F(x) = (W_1(x), \dots, W_j(x), \dots, W_m(x)), \quad (1)$$

составляющие которой определяют значения совокупности показателей качества маршрутов. Показатели качества маршрутов в сетях связи, как правило, связаны между собой и антагонистичны.

Решением задачи оптимальной маршрутизации с учетом совокупности показателей качества является выбор подмножества Парето-оптимальных маршрутов [1]. Вариант маршрута $x^* \in X$ является Парето-оптимальным, если не существует другого маршрута $x \in X$, чтобы выполнялись неравенства $F_j(x^*) \leq F_j(\tilde{x})$, $j = 1, \dots, m$, причем хотя бы одно из неравенств являлось строгим.

III. Особенности выбора Парето-оптимальных маршрутов

Рассмотрим особенности выбора Парето-оптимальных маршрутов с учетом совокупности показателей качества. Существуют разные методы выбора подмножества Парето-оптимальных решений [2]. Предлагается решать задачу нахождения Парето-оптимальных маршрутов весовым методом [3], который сводится к нахождению экстремальных значений целевой функции маршрута в виде взвешенной суммы частных функций выбора при всевозможных значениях взвешивающих коэффициентов λ_j

$$\underset{\text{var } x \in X}{extr} \left(F(x) = \sum_{j=1}^m \lambda_j W_j(x) \right) \quad (2)$$

Коэффициенты λ_j характеризуют относительную ценность показателей качества маршрутов, причем $\sum_{j=1}^m \lambda_j = 1$.

Парето-оптимальные маршруты обладают рядом характерных свойств. В частности, Парето-оптимальным вариантам маршрутов соответствует согласованный по Парето оптимум частных целевых функций $W_1(x), \dots, W_j(x), \dots, W_m(x)$. При выборе подмножества Парето-оптимальных маршрутов отбрасываются безусловно худшие с точки зрения безусловного критерия предпочтения (критерия Парето) варианты маршрутов. Парето-оптимальные варианты маршрутов равнозначны по критерию Парето и поэтому могут быть использованы при организации многопутевой маршрутизации в мультисервисных сетях связи.

IV. Пример использования многокритериального подхода к решению задачи маршрутизации

Рассмотрим некоторые практические особенности решения указанной многокритериальной задачи маршрутизации на примере фрагмента сети связи, показанной на рис. 1. Модель сети состоит из двенадцати узлов, связанных между собой линиями связи с потерями.

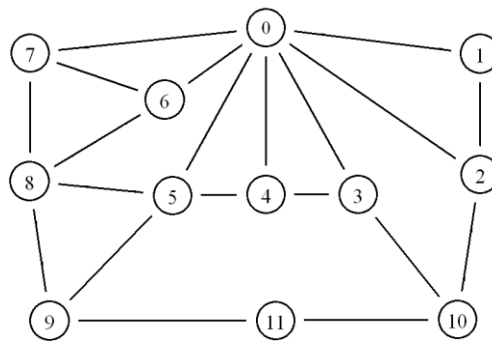


Рис. 1. Структура исследуемой сети связи

Информация передается из узла 0 во все остальные узлы. Введены следующие показатели качества маршрутов: время задержки пакетов, уровень потерь пакетов, стоимость использования линии связи. Значения нормированных к максимальным значениям показатели качества приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Линия связи	Время задержки передачи пакетов k_1	Уровень потерь пакетов k_2	Стоимость использования линии связи k_3
0-1	0.676	1	0.333
0-2	1	0.25	1
0-3	0.362	1	0.333
0-4	0.381	0.25	1
0-5	0.2	1	0.333
0-6	0.19	1	0.333
0-7	0.571	0.25	1
7-6	0.4	0.25	0.333
7-8	0.362	0.25	0.667
8-6	0.314	0.5	0.5
8-5	0.438	0.25	0.333
8-9	0.248	0.5	0.333
9-5	0.257	0.25	1
9-11	0.571	0.25	0.667
11-10	0.762	0.25	0.333
5-4	0.381	0.25	0.667
2-10	0.457	0.25	0.333
3-10	0.79	0.25	0.333
4-3	0.286	0.25	0.333
1-2	0.448	0.25	0.333

При анализе сети видно, что для каждого узла назначения существует большое количество вариантов выбора маршрута. Например, при передаче из узла 0 в узел 8 количество маршрутов составляет 22.

Для решения задачи выбора Парето-оптимальных маршрутов применим описанный выше весовой метод. При минимизации выражения (2) с некоторыми всевозможными комбинациями весовых коэффициентов получено подмножество Парето-оптимальных вариантов маршрутов.

Для иллюстрации на рис. 2 изображено некоторое множество вариантов маршрутов между узлами 0 и 8 в пространстве показателей качества k_1 и k_2 . Подмножеству Парето-оптимальных альтернатив маршрутов соответствует левая нижняя граница, включающая три варианта, обозначенные ($\blacktriangle$). Этому подподмножеству соответствует согласованный по Парето оптимум показателей качества.

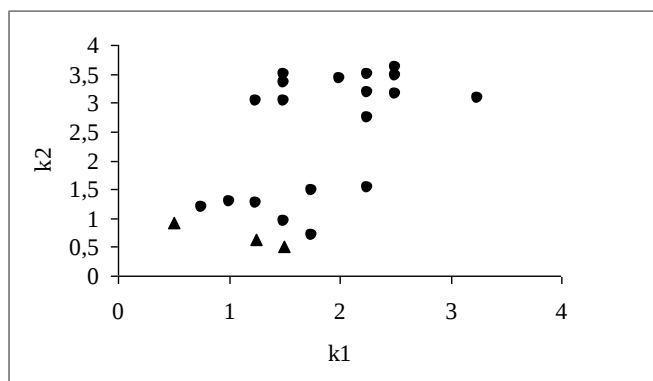


Рис. 2. Множество вариантов маршрутов в сети между узлами 0 и 8

Полученное подмножество Парето-оптимальных вариантов маршрутов может быть использовано, в частности, для организации многопутевой маршрутизации при использовании технологии MPLS. Это позволит обеспечить выравнивание нагрузки и управление трафиком, а также обеспечить заданное качество обслуживания с учетом совокупности показателей качества .

V. Выводы

1. Рассмотрены практические особенности многокритериального подхода к решению задачи маршрутизации в мультисервисной сети связи.
2. Многокритериальный подход решению задачи маршрутизации дает возможность учитывать совокупность показателей качества, которые разносторонне оценивают маршруты.
3. Оптимальным решением задачи есть подмножество Парето-оптимальных вариантов маршрутов. Это подмножество можно использовать для организации многопутевой маршрутизации с использованием технологии MPLS.

Литература:

1. Перепелица В.А. Многокритериальные задачи теории графов. Алгоритмический подход. – Киев УМК ВО, 1989.
2. Безрук В.М. Векторная оптимизация и статистическое моделирование в автоматизированном проектировании системы связи. – Харьков: ХНУРЕ, 2002.
3. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Высшая школа, 1982.