

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ СВЯЗИ

Королев В.Н.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. "Сети связи", тел. (057) 702-14-29,
E-mail: tkvt@kture.kharkov.ua; факс (057) 702-14-29

A communication which must provide the transmission of the set volume of information simultaneously on a few possible routes network is examined. An information transfer on every route is related to the proper expenses which depend on transferrable information content nonlinear. Thus such dependence – protuberant. Expenses on an information transfer include not only the cost of its delivery an addressee but also losses from a possible refuse in the grant of services connection to other clients in connection with the overload of network, and also loss from worsening of quality of information transfer on that reason. A task is put: it is optimum to distribute the volume of information on routes. A criterion of optimality is a minimum of total expenses, related to the this information transfer.

Рассматривается сеть связи, которая должна обеспечить передачу заданного объема информации одновременно по нескольким возможным маршрутам. Передача информации по каждому маршруту связана с соответствующими затратами, которые зависят от количества передаваемой информации нелинейно. При этом такая зависимость – выпуклая. Затраты на передачу информации включают не только стоимость ее доставки адресату, но и потери от возможного отказа в предоставлении услуг связи другим клиентам в связи с перегруженностью сети, а также потери от ухудшения качества передачи информации по той же причине. Ставится задача: оптимально распределить объем передаваемой информации по маршрутам. Критерий оптимальности - минимум суммарных затрат, связанных с передачей этой информации.

Математическая формулировка задачи: обеспечить минимум целевой функции – суммарных затрат на передачу информации:

$$V(\vec{T}) = \sum_{n=1}^N V_n(T_n)$$

при условии $\sum_{n=1}^N T_n = T_{\text{зад}}$, где T_n - трафик, передаваемый по n -му маршруту; N – число возможных маршрутов; $\vec{T}$ - совокупность параметров T_n , $n = 1..N$; $V_n(T_n)$ - зависимость суммарных затрат, связанных с передачей информации по n -му маршруту, от объема трафика T_n ; $T_{\text{зад}}$ - заданный объем передаваемой информации. Зависимости $V_n(T_n)$, $n = 1..N$, - монотонно-возрастающие и выпуклые.

Оптимальные значения параметров T_n^* , $n=1..N$, должны удовлетворять следующей системе условий:

$$dV_n(T_n^*)/dT_n = dW(T_{\text{зад}})/dT, n=1..N, \quad (1)$$

где $dV_n(T_n^*)/dT_n$ - производная от $V_n(T_n)$ по T_n при оптимальном значении T_n^* параметра T_n ; $W(T)$ – оптимальная зависимость суммарных затрат, связанных с передачей по сети информации, от объема этой информации T ; $dW(T_{\text{зад}})/dT$ - производная от $W(T)$ по T при заданном значении $T_{\text{зад}}$ параметра T . Зависимость $W(T)$ определяется соотношением:

$$W(T) = \min_{\vec{T} \in \mathfrak{Z}} V(\vec{T}),$$

где $\mathfrak{Z}$ - множество возможных значений вектора $\vec{T}$, соответствующих определенному значению параметра T , т.е. совокупность всех возможных вариантов передачи определенного объема информации T по сети.

Метод решения поставленной задачи основан на этой теореме и состоит в интерактивном определении последовательности оценок значения $dW(T_{\text{зад}})/dT$, которая сходится к искомому значению (1).

Сначала задается несколько предполагаемых значений $P^{(0k)}$, $k=1..K$, величины $dW(T_{\text{зад}})/dT$. Для каждой из этих оценок $dW(T_{\text{зад}})/dT$ решается N уравнений относительно T_n , $n=1..N$:

$$dV_n(T_n)/dT_n = P^{(0k)}, n=1..N, \quad k=1..K. \quad (2)$$

Каждое из уравнений, входящих в систему (2), решается независимо от других уравнений этой системы, т.е. для каждого T_n , $n=1..N$, отдельно. Найденные при решении уравнений, входящих в систему (3), значения $T_n^{(0k)}$ параметров T_n , $n=1..N$, определяют соответствующее значение $T^{(0k)}$ параметра T :

$$T^{(0k)} = \sum_{n=1}^N T_n^{(0k)}, k=1..K.$$

Найденные значения $T_n^{(0k)}$ параметров T_n , $n=1..N$, $k=1..K$, определяют соответствующие значения зависимости $W(T)$, т.к. они удовлетворяют условию оптимальности полученных решений для значений $T^{(0k)}$, $k=1..K$, параметра T (аналогично условию (1) для значения $T_{\text{зад}}$ параметра T):

$$dV_n(T_n^{(0k)})/dT_n = dW(T^{(0k)})/dT, n=1..N, \quad k=1..K.$$

Здесь $dV_n(T_n^{(0k)})/dT_n$ - производная от $V_n(T_n)$ по T_n при значении $T_n^{(0k)}$ параметра T_n ; $dW(T^{(0k)})/dT$ - производная от $W(T)$ по T при значении $T^{(0k)}$ параметра T . Т.о.:

$$W(T^{(0k)}) = \sum_{n=1}^N V_n(T_n^{(0k)}), k=1..K.$$

Полученные пары значений $T^{(0k)}$, $W(T^{(0k)})$, $k=1..K$, используются для построения оценки $W^{(1)}(T)$ зависимости $W(T)$. Могут использоваться как методы интерполяции, так и аппроксимации, например, метод наименьших квадратов. Необходимое число K зависит от способа задания (числа коэффициентов) используемой зависимости $W^{(1)}(T)$.

Затем определяется значение $P^{(1*)}$ производной от $W^{(1)}(T)$ по T при заданном значении $T_{\text{зад}}$ параметра T :

$$P^{(1*)} = dW^{(1)}(T_{\text{зад}})/dT.$$

После этого решается N уравнений относительно T_n , $n=1..N$, аналогично изложенному выше для $T^{(0k)}$:

$$dV_n(T_n)/dT_n = P^{(1*)}, n=1..N.$$

По полученным значениям $T_n^{(1)}$ параметров T_n , $n=1..N$, определяется соответствующее значение $T^{(1)}$ параметра T :

$$T^{(1)} = \sum_{n=1}^N T_n^{(1)}.$$

Если полученное значение $T^{(1)}$ существенно отличается от заданного значения $T_{\text{зад}}$ параметра T , то вычисляется соответствующее значение $W(T^{(1)})$ зависимости $W(T)$:

$$W(T^{(1)}) = \sum_{n=1}^N V_n(T_n^{(1)}).$$

Полученная пара значений $T^{(1)}$ и $W(T^{(1)})$ зависимости $W(T)$ добавляется к уже имеющемуся множеству точек $T^{(0k)}$, $W(T^{(0k)})$, $k=1..K$, этой зависимости. Полученная совокупность точек $T^{(1)}$, $W(T^{(1)})$, $T^{(0k)}$, $W(T^{(0k)})$, $k=1..K$, используется для построения более точной оценки $W^{(2)}(T)$ зависимости $W(T)$. При этом множество используемых пар значений T и $W(T)$ может быть сокращено за счет удаления тех пар, у которых значение T наиболее удалено от заданного значения $T_{\text{зад}}$.

Указанная процедура может продолжаться до достижения требуемой точности решения, которая оценивается разностью между полученным на очередном шаге значением T и заданным значением $T_{\text{зад}}$ этого параметра.