

ЗВ'ЯЗОК

УДК 621.327.8

Л.Н. Беркман, Л.А. Комарова

Державний університет телекомунікацій, Київ

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ (ВЕКТОРНОГО СИНТЕЗА) ПАРАМЕТРОВ СЕТЕЙ FN (FUTURE NETWORKS) ПО РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕМУ КРИТЕРИЮ

В статье рассмотрена актуальная задача: выбор методов исследования показателей качества сети FN, определяющих вероятностно-временные характеристики услуг.

Ключевые слова: канал, трафик, сеть, метод исследования, показатель качества.

Введение. В настоящее время отрасль телекоммуникации развивается очень интенсивно по всему миру. Активно внедряются новые технологии, увеличивается пропускная способность магистральных каналов и объем переданного трафика. Наблюдается увеличение доли мультимедийного трафика и рост количества предоставляемых услуг. Учитывая темпы развития телекоммуникационных услуг, достаточно не просто создать общую инфраструктуру для качественного предоставления всех современных услуг.

До недавнего времени рассуждая о реализации концепции Глобальной информационной инфраструктуры мы непременно останавливались на концепции NGN. Главной идеей концепции NGN являлось предоставление неограниченного набора услуг и приложений различных режимов и контекста (услуги режима реального времени, услуги, не требующие поддержки режима реального времени, услуги односторонней, многосторонней и широковещательной передачи, мультимедийные услуги и т. д.), независимо от используемой технологической платформы. Именно NGN позволяет обеспечить главную цель: возможность предоставления любой услуги, любому абоненту в любое время в любом месте за приемлимую оплату.

После появления публикаций, описывающих NGN, а теперь – рекомендации МСЕ У 3001, понятно, что именно FN (как определено в рекомендации) является сетью, позволяющей реализовать в полной мере концепцию ГИИ.

Постановка задачи. В настоящее время эффективным является выбор методов, позволяющих одновременно получить достаточно простые алгоритмы для оценки основных параметров в нормальном и критическом режимах, а также алгоритмов, позволяющих оценить эти параметры с

высокой точностью (ошибка менее допустимых значений для нормального функционирования).

Естественным при основном исследовании FN необходимо реализовать оптимальное проектирование, т. е. метод многокритериальной оптимизации (векторного синтеза). Это позволит определить лучшие параметры сети по результирующему критерию.

Решение поставленной научной задачи. Как известно, при оптимизации параметров варьируется совокупность (вектор) $X = \langle x_1, \dots, x_n \rangle$ параметров системы S и требуется выбрать такое значение X этой совокупности, при котором вектор $K = \langle k_1, k_2, \dots, k_m \rangle$ имеет наилучшее (в смысле выбранного критерия предпочтения) значение. В общем случае каждый из показателей качества $k_1, \dots, k_m$ может зависеть от всех n параметров:

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= F_1(x_1, \dots, x_n) \\ &\Lambda \\ K_m &= F_m(x_1, \dots, x_n) \end{aligned} \right\}.$$

Эти зависимости обычно называют целевыми функциями.

В силу наложенных ограничений O_S параметры $x_1, \dots, x_n$ должны удовлетворять некоторым ограничениям типа равенств, неравенств и дискретности. При этом в общем случае ограничения типа равенств или неравенств накладываются не только на значение каждого из параметров в отдельности, но и на связи между ними.

Задача оптимизации параметров состоит, как известно, из двух основных этапов. На первом (предварительном) этапе, исходя из совокупности

условий и ограниченный исходных данных, находят вид целевых функций и функций связи. При этом, очевидно, желательно иметь исходные данные о структуре системы, которые можно рассматривать, как часть условий или ограничений.

На втором (основном) этапе проводят оптимизацию параметров системы, т. е. определяют такое значение $\hat{K} = \langle \hat{x}_1, \dots, \hat{x}_n \rangle$ совокупности параметров системы, которое удовлетворяя заданным ограничениям, обеспечивает наилучшее значение вектора $K' = \langle k_1, \dots, k_m \rangle$ показателей качества.

Для исследования инфокоммуникационной сети FN более существенно при оптимизации параметров задачу свести к исследованию поведения целевых функций, т. е. функций конечного числа переменных $x_1, \dots, x_n$ при учете ограничений, накладываемых на эти переменные.

Рассмотрим формулировку задачи оптимизации параметров в m -мерном пространстве R^m показателей качества.

При оптимизации параметров, кроме пространства R^m показателей качества $k_1, \dots, k_m$ можно рассматривать также пространство варьируемых параметров R^n и ограничений R^q .

Однако, в процессе оптимизации рассмотрение в пространствах R^n и R^q носит лишь вспомогательный (промежуточный) характер, так как окончательное решение о выборе системы может быть принято лишь после рассмотрения возможных значений вектора $K = \langle k_1, \dots, k_m \rangle$ в пространстве R^m . Отметим, что ситуация в пространстве R^m имеет много общего для всех трех случаев оптимизации: дискретного выбора, оптимизации параметров и синтеза структуры. Рассмотрение же в пространствах R^n и R^q характерно лишь для оптимизации параметров.

При оптимизации параметров, каждый вариант S построения системы или каждая система S полностью определяется совокупностью $x = x(x_1, x_2, \dots, x_n)$ значений своих параметров, т. е.

$$S = S(k) = S(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

В свою очередь, каждой системе S соответствует определенное значение вектора $K = \langle k_1, \dots, k_m \rangle$ показателей качества.

Будем полагать, что зависимость между S и K взаимнооднозначная, обозначим ее

$$K = K'(S)$$

Тогда в пространстве R^m показателей качества каждой системе S будет соответствовать одна и только одна точка $A(S)$, в которой вектор определяет оптимальные параметры сети.

Отметим, что при синтезе FN сетей приходится учитывать, что эта система подвержена ряду возмущений, являющихся случайными процессами или случайными величинами. Для каждой реализации X этих возмущений можно ввести условный показатель качества k_x , который зависит не только от параметров системы $x_1, \dots, x_n$, но и от случайной величины (или случайного процесса) X т. е.

$$k_x = F_x(x_1, \dots, x_n; X).$$

Например, при оценке качества воспроизведения сообщения X можно полагать

$$k_x = e^x = (g - x)^2,$$

где g – результат воспроизведения системой сообщения x ; e – ошибка воспроизведения сообщения.

Но качество системы нельзя характеризовать случайной величиной, поэтому за показатель качества часто принимают математическое ожидание величины k_x , т. е. полагают, что

$$k = M k_x.$$

Если X – непрерывная случайная величина с плотностью вероятности $w(x)$, то

$$k = \int_{A_x} w(x) k_x dx,$$

где A_x – область всех возможных значений X . Имеем

$$k = \int_{A_x} w(x) F_x(x_1, \dots, x_n; x) dx.$$

Если закон-распределения $w(x)$ известен, то после интегрирования получается

$$k = F(x_1, \dots, x_n),$$

т. е. показатель качества является известной функцией параметров $x_1, \dots, x_n$ системы, и задача оптимизации параметров $x_1, \dots, x_n$ сводится к известным решенным задачам.

Однако в ряде случаев вид распределения $w(x)$ априори (т. е. до начала синтеза) не известен, а если и известен, то выражение оказывается слишком сложным, так что получить в явном виде зависимость

не удастся или процедура ее отыскания слишком сложна. В таких случаях может оказаться целесообразным применение процедуры так называемой стохастической аппроксимации. Эту процедуру можно рассматривать как распространение градиентных методов на ситуации, в которых необходимо учитывать наличие случайных возмущений X . При этом оптимальное значение x вектора параметров $x = \langle x_1, \dots, x_n \rangle$

можно искать, например, по следующему дискретному алгоритму

$$x[k] = x[k-1] - \Gamma[k] \nabla F_x(x[k-1], x[k]).$$

$$\text{Здесь } \nabla F_x = \{\partial F_x / \partial x_1, \dots, \partial F_x / \partial x_n\} -$$

градиент функции F_x .

Выводы. Таким образом, данный метод, позволяет одновременно получить достаточно простые алгоритмы для оценки основных параметров в нормальном и критическом режимах, а также алгоритмы, позволяющие оценить параметры с высокой точностью (ошибка менее допустимых значений для нормального функционирования). Представленный алгоритм отличается от обычной процедуры градиентного метода лишь тем, что в данном случае функция F_x , а следовательно, и ее градиент ∇F_x имеют случайные реализации. Как и

в случае обычных градиентных методов, вместо дискретного алгоритма можно применять также аналоговый алгоритм, например следующего вида:

$$dx/dt = -a(t) \nabla F_x(x, x),$$

где весовая функция $a(t)$ играет ту же роль, что и в алгоритмах, определяющих результирующую субъективную целевую функцию.

Список литературы

1. Д. Ф. Куроуз, К. В. Росс. Компьютерные сети. Многоуровневая структура Интернета. 2-е издание. «Путер». 2004
2. Seidel, Eiko. 3GPP LTE-A Standardisation in Release 12 and Beyond // Nomor Research GmbH, Munich, Germany. — January 2013.
3. Тихвинский В. О., Бочечка Г. С. Концептуальные аспекты создания 5G // Электросвязь. — 2013. — № 10.
4. Azar Y., Wong G. N., Wang K., Mayzus R., Schulz J. K., Zhao H., Gutierrez F., Hwang D., Rappaport T. S. 28 GHz Propagation Measurements for Outdoor Cellular Communications Using Steerable Beam Antennas in New York City: 2013 IEEE International Conference on Communications (ICC). — Budapest, Hungary. June 9—13, 2013.

Поступила в редколлегию 22.11.2013

Рецензент: д-р техн. наук Л.Ф. Купченко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ (ВЕКТОРНОГО СИНТЕЗУ) ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖ FN (FUTURE NETWORKS) ЗА РЕЗУЛЬТУЮЧИМ КРИТЕРІЄМ

Л.Н. Беркман, Л.О. Комарова

У статті розглянуто актуальне завдання: вибір методів дослідження показників якості мережі FN, що визначають імовірісно-тимчасові характеристики послуг.

Ключові слова: канал, трафік, мережа, метод дослідження, показник якості.

RESEARCH METHOD MULTIOBJECTIVE OPTIMIZATION (VECTOR SYNTHESIS) NETWORK PARAMETERS FN (FUTURE NETWORKS) THROUGH THE RESULT CRITERION

L.N. Berkman, L.A. Komarova

An actual task is considered in the article: choice of methods of research of indexes of quality of network of FN, determining probabilistic-temporal descriptions of services.

Keywords: channel, traffic, network, research method, index of quality.