DOI: 10.17117/na.2016.01.01.524

Поступила (Received): 29.01.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.01.01.524.pdf>

Татарникова Т.М. Методика синтеза центра сопряжения корпоративных сетей

Tatarnikova T.M.
The technique of synthesis centre pairing of corporate networks

Разработана методика структурного синтеза центра сопряжения, которая отличается комбинированным применением этапов автоматической генерации множества альтернативных структур центра сопряжения на основе генетического алгоритма и «ручного» выбора предпочтительного варианта, что позволяет осуществлять многокритериальный синтез структуры центра сопряжения в условиях близких к реальным

Ключевые слова: разнородные сети, корпоративная сеть, центр сопряжения, коммутатор

A method of structural synthesis center interface combined different stages application of multiple alternative center interface automatic generation by genetic algorithm and selecting «manual» preferred option, which allows the multicriterion synthesis structure of the center interface in conditions close to real ones

Key words: heterogeneous networks, corporate network, center interface, switch, router

Татарникова Татьяна Михайловна
Доктор технических наук, профессор
Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения
г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 67

Tatarnikova Tatiana Mikhailovna
Doctor of Engineering Sciences, Professor
Saint-Petersburg state university of aerospace
instrumentation
St. Petersburg, Bolshaya Morskaya st., 67

Все функции по объединению и согласованию отдельных разнородных частей распределенной сети выполняются в центрах сопряжения (ЦС) разного уровня и назначения – мостах, коммутаторах, маршрутизаторах и шлюзах [1]. ЦС – это многопроцессорная мультипрограммная система с определенной конфигурацией [2, с. 1883].

Задача структурного синтеза ЦС сформулирована как смешанная многопараметрическая и многокритериальная экстремальная задача с ограничениями: при заданных технических характеристиках ЦС найти такую его оптимальную структуру, чтобы выполнялись условия [3, с. 28]:

$$0 < g_i(Q, H) \leq g_i^{\text{доп}}, g_i \in G, \quad (1)$$

$$\phi \rightarrow \min f(Q, H) \quad (2)$$

где H – множество структурно-функциональных модулей ЦС;

Q – множество технических характеристик ЦС;

G – множество показателей качества ЦС;

$G_{\text{доп}}$ – множество ограничений на показатели качества ЦС;

ϕ – аддитивная функция стоимости ЦС.

Множества: H – базисный набор для структурного синтеза ЦС включающий: каналные модули (КМ), процессорный модуль (ПМ), модуль памяти, схему комплексования (СК); Q – параметры, задающие технические характеристики структурно-функциональных модулей: номинальное быстродействие ПМ, цикл обращения к памяти, объем памяти, длина машинного слова для обмена ПМ с памятью, частота обращения ПМ к памяти; G – показатели качества функционирования ЦС: пропускная способность ЦС, задержка передачи кадра, вероятность блокировки принимаемых кадров.

К оптимизируемым параметрам H отнесены: число процессоров в ПМ; число секций памяти; число буферов для хранения пакетов, закрепленных за каждым входящим каналом; матрица распределения ресурсов по секциям памяти [4, с. 37].

Решение задачи синтеза структуры ЦС решается в два этапа. На первом находятся зависимости показателей качества с применением аппарата теории массового обслуживания [5; 6, с. 62; 7, с. 15], на втором решается задача (1)-(2).

Формирование оптимальных конфигураций архитектуры ЦС предлагается реализовать с привлечением разработанного генетического алгоритма (ГА) [8, с. 61; 9, с. 204].

Методика структурного синтеза ЦС включает следующие шаги:

1. Определение значений внешних параметров на основе сетевых требований:

S – число портов ЦС; $v_i, i = \overline{1, S}$ – номинальная скорость передачи информации в канале связи, [бит/с]; $t_3^{\text{д}}$ – допустимая величина среднего времени задержки пакетов; $P_{\text{и}}^{\text{д}}$ – допустимая вероятность искажения информации; $P_{\text{ол}}^{\text{д}}$ – допустимая вероятность блокировки кадра;

2. Определение внешних параметров, отражающих информационные и алгоритмические свойства ЦС как элемента корпоративной сети: L – средняя длина пакета; L_{min} – минимальный межкадровый интервал; ρ – вектор коэффициентов использования входящих каналов; q – вектор числа команд протокольных процессов;

π^P – матрица суммарного числа команд, на которое протокольные процессы занимают информационные ресурсы; E^P – матрица суммарного числа обращений протокольных процессов к информационным ресурсам. Все значения этих параметров берутся из анализа реальных протоколов.

3. Уточнение структуры технических средств.

3.1. Выбор типового модуля для локальной памяти, определение его стоимости.

3.2. Выбор типа процессора порта для КМ с номинальным быстродействием $B_{\text{н}}^{\text{КМ}}$ и разрядностью слова Ψ .

Проверка условий

$$v_s \leq \frac{L_{\min}}{L' \tau^E}, \quad s = \overline{1, S} \text{ и } \frac{B_{\text{н}}^{\text{КМ}}}{q^{\Psi}} > \frac{1}{\tau^E}, \quad (3)$$

где q^{Ψ} – число команд, выполняемых КМ для записи (чтения) слова в (из) ОП.

Определение стоимости $C^{\text{КМ}}(B_{\text{н}}^{\text{КМ}}, \Psi)$. Если (3) не выполняются, то выбрать микропроцессор для КМ с большим быстродействием и повторить п.3.2 либо модуль памяти с меньшим q^{Ψ} и вернуться на п. 3.1.

3.3. Построить линейку типов микропроцессоров для ПМ с номинальным быстродействием $B_{\text{н}i}^{\text{ПМ}}$ и разрядностью слова Ψ_i , $i = \overline{1, P}$, где P – число представленных типов микропроцессоров. Определение стоимости $C_{\text{н}i}^{\text{ПМ}}(B_{\text{н}i}^{\text{ПМ}}, \Psi_i)$, $i = \overline{1, P}$.

3.4. Построить линейку типовых модулей для общего поля памяти с циклом обращения $\tau_i^{\text{СОП}}$ секунд и разрядностью слова Ψ_i бит, $i = \overline{1, G}$, где G – число представленных типовых модулей памяти. Определение стоимости $C_i^L(\tau_i^L, \Psi_i)$ [10, с. 177].

3.5. Определение способа комплексирования ПМ и КМ с памятью и стоимости $C^{\text{СК}}$.

4. Задать параметры генетического алгоритма: Z – число особей в популяции; $\chi_1, \chi_2, \chi_3, \chi_4$ – порядок операции кроссовера для разных хромосом; q – вероятность мутации гена; $\epsilon, K^{\text{доп}}$ – критерии останова.

Каждая особь популяции описывается набором из трех хромосом: N – число ОМ; $B_{\text{н}1}^{\text{ОМ}}, \dots, B_{\text{н}P}^{\text{ОМ}}$ – линейка представленных быстродействий процессоров ОМ; M – число секций, на которые может быть разбита общая память; $\tau_1^{\text{СОП}}, \dots, \tau_G^{\text{СОП}}$ – линейка представленных быстродействий памяти.

5. Реализация на ЭВМ алгоритма параметрической оптимизации [11, с. 142].

5.1. Выбрать начальную популяцию S_0 , включающую Z особей.

Особь $s \in S_0$ включить в популяцию только при выполнении ограничений

$$\Lambda(j) \geq \frac{1}{L} \sum_{s=1}^S v_s \delta_s \quad (5)$$

и

$$\bar{t}_3 \leq t_3^{\text{д}}. \quad (6)$$

Если хотя бы одно из условий (5), (6) не выполняется, то особь в популяцию не включается.

Положить номер популяции $k:=0$.

5.2. Вычислить приспособленность каждой особи популяции $\Phi(s)$, $s=1, \dots, Z$, и приспособленность популяции в целом

$$\Phi_k^* = \min \{ \Phi(s) \mid s = 1, 2, \dots, Z \},$$

где s – номер особи в популяции, который позволяет однозначно определить соответствующий этой особи генотип; $\Phi(s)$ – целевая функция задачи оптимизации.

5.3. Селекция. Случайным образом выбрать родителей s_1, s_2 из популяции k для следующего потомства в соответствии с распределением вероятностей $P_1, \dots, P_s, \dots, P_z$, где

$$P_s = \frac{\Phi(s)}{\sum_{s \in S_k} \Phi(s)}.$$

5.4. Скрещивание. Построить хромосому потомка s'_i по s_1, s_2 при помощи оператора χ_i – точечного кроссовера применительно к i -й хромосоме.

5.5. Мутация. Модифицировать s'_i , с вероятностью q заменив значение каждого гена потомка на противоположное.

5.6. Формирование новой популяции, которая объединяет решения следующего поколения. Для этого Z раз выполнить операции алгоритма, начиная с шага 3, помещая каждую вновь полученную особь в следующую популяцию S_{k+1} . Затем положить номер новой популяции $k:=k+1$ и перейти к шагу 7.

5.7. Останов. Если приспособленность L последних популяций увеличилась на величину меньшую чем ϵ , или если $k=K^{\text{доп}}$, то остановить процесс эволюции. В качестве решения задачи оптимизации взять наилучшую из найденных особей последней популяции. Процедура построения ЦС корпоративной информационной сети считается завершенной.

Получены некоторые результаты оптимизации структуры ЦС: коммутаторов разной архитектуры и маршрутизатора/шлюза [12, с. 38]. Анализ полученных результатов показывает, что синтез структуры ЦС в большей степени определяется нагрузкой [13, с. 35; 14, с. 42, 15, с. 143]. Кроме того синтез структуры ЦС любого уровня возможен только из предположения симметричности выходного трафика, при асимметричном трафике необходимо проводить эксперимент на модели.

Список используемых источников:

1. Кутузов О. И., Сергеев В. Г., Татарникова Т. М. Коммутаторы в корпоративных сетях. Моделирование и расчет. СПб: Судостроение, 2003.
2. Tatarnikova T., Kolbanev M. Statement of a task corporate information networks interface centers structural synthesis // IEEE EUROCON-2009. St. Petersburg, 2009. С. 1883-1887.
3. Колбанев М.О., Татарникова Т.М., Малков К.О. Подход к организации адаптивного согласующего центра корпоративной сети // Информационно-управляющие системы. 2008. № 3. С. 28-31.
4. Колбанёв М.О., Татарникова Т.М., Воробьёв А.И. Модель балансировки нагрузки в вычислительном кластере центра обработки данных // Информационно-управляющие системы. 2012. № 3. С. 37-41.
5. Кутузов О.И., Татарникова Т. М. Моделирование систем и сетей телекоммуникаций. СПб.: РГГМУ, 2012.
6. Татарникова Т. М. К расчету основных характеристик шлюза распределенных сетей // Труды учебных заведений связи. 2000. № 166. С. 62-68.
7. Воробьёв А.И., Колбанёв М.О., Татарникова Т.М. Оценка вероятностно-временных характеристик процесса предоставления информационно-справочных услуг // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2014. Т. 57. № 9. С. 15-18.
8. Татарникова Т. М., Кутузов О. И. Подход к оптимизации структуры межсетевого устройства с привлечением генетических алгоритмов // Известия ГЭТУ «ЛЭТИ». 2006. № 1. С. 61-67.
9. Татарникова Т.М. Задача синтеза комплексной системы защиты информации в ГИС // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 30. С. 204-211.

10. Татарникова Т. М., Аль-Хаками А. М. Оценка вероятностно-временных характеристик сетей хранения данных SAN // Программные продукты и системы. 2009. № 4. С. 177–179.
11. Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В. Принципы организации экспертной системы выбора структуры локальной сети корабля // Современное общество, образование и наука. Тамбов, 2015. С. 142-144.
12. Колбанёв М.О., Пойманова Е.Д., Татарникова Т.М. Физические ресурсы информационного процесса сохранения данных // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2014. Т. 57. № 9. С. 38-42.
13. Советов Б. Я., Колбанёв М. О., Татарникова Т. М. Оценка вероятности эрланговского старения информации // Информационно-управляющие системы 2013. №6 С. 25–28.
14. Колбанёв М. О., Татарникова Т. М., Воробьев А. И. Модель обработки клиентских запросов // Телекоммуникации. 2013. № 9. С. 42-48.
15. Татарникова Т.М., Яготинцева Н.В. Модель оценки характеристик локальной вычислительной сети корабля // Теоретические и прикладные проблемы науки и образования в 21 веке. Тамбов, 2012. С. 143-144.

© 2016, Татарникова Т.М.

Методика синтеза центра сопряжения
корпоративных сетей

© 2016, Tatarnikova T.M.

The technique of synthesis centre pairing of
corporate networks