

$$\hat{K}_{yx}(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_n z^{-n}}{c_0 + c_1 z^{-1} + \dots + c_n z^{-n}} = \frac{P^*(z)}{D^*(z)}. \quad (9)$$

$$\hat{K}_{ex}(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_n z^{-n}}{c_0 + c_1 z^{-1} + \dots + c_n z^{-n}} = \frac{Q^*(z)}{D^*(z)}. \quad (10)$$

Использование передаточных функций следящих систем в виде соотношений (2), (4) и (5) или соотношений (8) - (9) определяется характером решаемой задачи.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. - М.: Мир, 1978 - 848с.
2. Котельников В. А. О пропускной способности эфира и проволоки в электросвязи — Всесоюзный энергетический комитет. // Материалы к I Всесоюзному съезду по вопросам технической реконструкции дела связи и развития слаботочной промышленности, 1933.
3. Раев З.Ж. Математический модель восстановления квантованного гауссовского процесса //Проблемы управления и информатики. Доклады II международной конференции. с.148-151. 2007.
4. Раев З.Ж. Двухканальная автоматическая система слежения. //Актуальные проблемы математики, информатики, механики и теории управления: Материалы Международной научно-практической конференции. -Алматы: Институт проблем информатики и управления. ТОО «Эверо», 2009, Ч.2. с. 385-390.

Түйін

Мақалада бақылаушы жүйелердің басқару жүйелерінің жұмысы қарастырылған. Ақпараттық сигналдарды беру, өңдеу және жеткізу дискретті импульстар тізбегі негізінде іске асырылған.

Resume

Systems of automatic control of follow-up system in which handling, transmission and conversion of information signals is carried out in a type by sequence of the discrete pulses are considered.

Özet

Bilgi sinyallerini işlenmesi, iletimi ve dönüşüm kesikli pulslar sekans tarafından bir tipi gerçekleştirilir edildiği takip sistemin otomatik kontrol sistemleri olarak kabul edilir.

Д.У.Ашиғалиев,
доктор технических наук,
профессор,
Институт проблем информатики и
управления МОН РК.
Алматы/Казахстан

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ ТРАФИКА ПО ИНТЕГРАЛЬНОЙ СЕТИ

Рассматривается цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС) на основе импульсно кодовой модуляции (ИКМ), с временным уплотнением, состоящая из V гибридных узлов коммутации,

соединенных M симплексными интегральными групповыми трактами (ИГТ). По каждому ИГТ осуществляется передача интегральных кадров фиксированной длины, вырабатываемыми узлами, в которых в режиме временного уплотнения производится передача информации методом коммутации каналов (КК) и коммутации пакетов (КП). Для передачи информации методом КК на всех трактах сети, через которые проходят соединения, фиксируются временные каналы интегрального тракта, закрепляемые за данным соединением. Запрос на организацию соединения передается в форме служебного пакета или установленного диалога с асинхронным абонентским пунктом. При передаче информационного трафика в режиме КП используются все временных каналов интегрального тракта, не занятые в данный момент передачей информации в режиме КК. Каждый цикл ИКМ разбивается на N временных каналов по c_1 бит каждый. Если k есть число временных циклов в секунду, то пропускная способность одного временного канала составит $c = kc_1$ бит/с.

Для каждого $ИГТ_j, j=1,2,\dots,M$, структуры которых определяются позициями интегрального кадра, заданы значения числа временных каналов $N_j = m_j + n_j$, причем пропускная способность одного временного канала равна c бит/с. Значения m_j, n_j - есть число временных каналов, выделенных в $ИГТ_j$ для передачи информационного трафика соответственно в режимах КК и КП. Отношение $\varepsilon_j = m_j / N_j$ является границей разбиения пропускной способности $ИГТ_j$, а совокупность $\varepsilon = \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_M\}$ рассматривается как обобщенная граница между сетями КК и КП [1]. При фиксированной границе две сети функционируют независимо одна от другой и свободные каналы одной сети не могут быть использованы для передачи информации другой сетью. При подвижной границе пропускная способность ЦСИС используются более эффективно, так как в этом случае имеется возможность перераспределения канальных ресурсов в зависимости от степени загрузки обеих сетей.

Входные потоки для сети КК задаются матрицей $L = \|\lambda_{ij}\|$ и для режима КП – матрицей $\Gamma = \|\gamma_{ij}\|$, размерность которых $V \times V, i, j = \overline{1, M}$. Распределение потоков на сети определяется процедурами вероятностного и детерминированного выбора маршрутизации, используемых для передачи информации в режимах КК и КП соответственно. При заданной маршрутизации на каждом $ИГТ_j$ фиксируются суммарные интенсивности входных потоков λ_j и γ_j для режимов КК и КП соответственно. Суммарные входные потоки λ_j и γ_j предполагаем пуассоновскими, длины сообщений которых подчиняются экспоненциальному закону распределения со средними значениями соответственно $1/\mu_j$ и $1/\nu_j$.

Качество обслуживания на сети КК и КП обычно оценивается вероятностью отказа в установлении соединения и задержкой пакетов соответственно. Требования пользователей к качеству обслуживания определяется матрицами $P = \|p_{ij}\|$ и $T = \|t_{ij}\|$, где $0 < p_{ij} < 1$ и t_{ij} соответственно текущие значения вероятности отказа и задержки пакетов между узлами i, j . Для оценки эффективного функционирования ЦСИС необходимо определить качество обслуживания на всей сети в целом.

Задача динамического управления распределением каналов между сетями КК и КП в ЦСИС формулируется в следующем виде. Пусть на каждой линии связи j известная некоторая функция задержки пакета $t_j(\gamma_j, n_j)$, зависящая от интенсивности пакетов, поступающих на эту линию, а также от количества каналов обслуживающих эту нагрузку. Величина $\gamma_j \cdot t_j(\gamma_j, n_j)$ представляет собой среднюю общую задержку γ_j пакетов при их прохождении через $ИГТ_j$. Тогда средняя задержка пакета в сети T , умноженная на среднее число поступающих пакетов в единицу времени имеет вид:

$$T\gamma = \sum_{j=1}^M \gamma_j t_j(\gamma_j, n_j), \quad (1)$$

$$\text{где } \gamma = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \gamma_{ij}.$$

Допустим, что известна функция $p_j(\lambda_j, m_j)$, представляющая собой вероятность того, что в режиме КК при поступлении интенсивности потока требований на ИГТ_j все m_j каналов будут заняты обслуживанием предыдущих требований. Данная функция зависит от интенсивности поступающей нагрузки, количества временных каналов обслуживаемых эту нагрузку и может быть различной для каждой линии j . Суммарные потери в ЦСИС имеют вид:

$$\pi = \sum_{j=1}^M \lambda_j p_j(\lambda_j, m_j), \quad (2)$$

где потери измеряются количеством требований в режиме КК, получающих отказ на установление соединения в единицу времени. Задача оптимального распределения каналов в ЦСИС состоит в минимизации (1) при ограничениях

$$\sum_{j=1}^M \lambda_j p_j(\lambda_j, m_j) \leq \pi_0, \quad (3)$$

$$N_j = m_j + n_j, \quad m_j, n_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, M, \quad (4)$$

$$t_j > 0, \quad 0 < p_j < 1, \quad j = 1, 2, \dots, M, \quad (5)$$

где π_0 - допустимые потери сообщений сети КК,

Из-за специфики организации канала в интегральной сети ограничение на целочисленность переменных m_j, n_j не налагается. Предположим, что временно свободные каналы режима КК могут использоваться для передачи пакетов, а возможность заполнения речевых пауз пакетами для простоты не учитывается, хотя это не меняет общего алгоритма. Обозначим через $\eta_j(\lambda_j, m_j)$ - среднее количество свободных каналов режима КК в линии связи j , зависящее от нагрузки λ_j и числа обслуживаемых каналов m_j . Тогда целевая функция принимает следующий вид:

$$T\gamma = \sum_{j=1}^M \gamma_j \cdot t_j(\gamma_j; N_j - m_j + \eta_j(\lambda_j, m_j)), \quad (6)$$

В качестве конкретной целевой функции рассмотрим среднюю задержку в одноприборной системе массового обслуживания [2]:

$$t_j = \frac{1}{\mu_j b_j - \gamma_j}, \quad (7)$$

где b_j - суммарная пропускная способность, выделяемая в ИГТ_j для режима КП. Поскольку для передачи пакетов используются также временно свободные каналы режима КК, то

$$b_j = c_j(n_j + \eta_j) = c_j(N_j - m_j + \gamma_j), \quad (8)$$

Функцию качества обслуживания сети КК определяем как функцию явных потерь нагрузки в ИГТ_j:

$$\pi_j = \alpha_j p_j(\alpha_j, m_j) \quad (9)$$

где $\alpha_j = \lambda_j / \gamma_j c_j$ - среднее число сообщений, поступающих в ИГТ_j за среднее время обслуживания одного сообщения, $p_j(\alpha_j, m_j)$ - вероятность занятости m_j каналов в ИГТ_j, которая определяется формулой Эрланга:

$$p_j(\alpha_j, m_j) = \frac{\alpha_j^v}{m_j! \sum_{k=0}^v \frac{\alpha_j^k}{k!}}. \quad (10)$$

Среднее число занятых каналов равно $\alpha_j(1 - p_j)$. Тогда среднее число временных каналов, незанятых обслуживанием нагрузки режима КК, используемых при передачи данных в режиме КП, составляет:

$$\eta_j = m_j - \alpha_j(1 - p_j). \quad (11) \quad \text{С}$$

учетом формул (7) – (11), задача распределения канальных ресурсов имеет вид:

$$T\gamma = \sum_{j=1}^M \frac{\beta_j}{N_j - \alpha_j - \beta_j + \alpha_j \beta_j} \rightarrow \min \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^M \alpha_j \beta_j \leq \pi_0, \quad m_j \geq 0, \quad j=1,2,\dots,M, \quad (13)$$

$$t_j > 0, \quad 0 < p_j < 1, \quad j=1,2,\dots,M, \quad (14)$$

где $\beta_j = \gamma_j / c_j \mu_j$ - интенсивность нагрузки на один канал ИГТ_j в режиме КП.

Данная задача решается относительно переменной m_j , которая содержится в функции p_j . Для удобства введем следующие обозначения:

$$x_j = \alpha_j p_j, \quad (15)$$

$$B_j = \alpha_j + \beta_j - N_j \quad (16)$$

Условие (14) запишется в виде:

$$B_j \leq x_j \leq \alpha_j, \quad j=1,2,\dots,M. \quad (17)$$

Тогда задача (12) - (14) будет иметь следующий вид:

$$T\gamma = \sum_{j=1}^M \frac{\beta_j}{x_j - B_j} \rightarrow \min \quad (18)$$

$$\sum_{j=1}^M x_j \leq \pi_0, \quad (19)$$

$$B_j < x_j < \alpha_j \quad (20)$$

Задача (18)–(20) является задачей выпуклого программирования относительно переменной x_j , так как целевая функция выпукла на выпуклом допустимом множестве решений.

Для получения аналитического решения задачи (18) – (20) используем метод неопределенных множителей Лагранжа. Для данной задачи функция Лагранжа имеет вид:

$$L = \sum_{j=1}^M \frac{\beta_j}{x_j - B_j} + \varphi \left(\sum_{j=1}^M x_j - \pi_0 \right) + \sum_{j=1}^M \psi_j (x_j - \alpha_j) + \sum_{j=1}^M \theta_j (B_j - x_j),$$

где $\varphi, \psi_j, \theta_j$ - неопределенные коэффициенты. Условия, которым должен удовлетворять оптимальный выбор x_j , с учетом ограничений (19), (20) имеет вид:

$$-\frac{\beta_j}{(x_j - B_j)^2} + \varphi + \psi_j - \theta_j = 0, \quad (21)$$

$$\varphi \left(\sum_{j=1}^M x_j - \pi_0 \right) = 0, \quad (22)$$

$$\psi_j (x_j - \alpha_j) = 0, \quad \psi_j \geq 0 \quad (23)$$

$$\theta_j (B_j - x_j) = 0, \quad \theta_j \geq 0 \quad (24)$$

Так как неравенство (20) является строгим, то в равенствах (23) и (24) неопределенные коэффициенты обращаются в ноль, то есть: $\psi_j = 0$, $\theta_j = 0$, $j = 1, 2, \dots, M$. Тогда из соотношения (21) следует, что $\varphi \neq 0$. Таким образом, как следует из (22) стационарная точка задачи (18)–(20) лежит на границе ограничения (19), то есть, на прямой

$$\sum_{j=1}^M x_j - \pi_0 = 0 \quad (25)$$

Нетрудно получить решение задачи (18)–(19), которое запишется в следующем виде:

$$x_j = B_j + \sqrt{\frac{\beta_j}{\varphi}}, \quad (26)$$

$$\frac{1}{\sqrt{\varphi}} = \frac{\pi_0 - \sum_{j=1}^M B_j}{\sum_{j=1}^M \beta_j}, \quad (27)$$

Так как $\varphi > 0$, тогда из последней формулы получим, что $\sum_{j=1}^M B_j < \pi_0$. Последнее выражение также вытекает и из условия (20).

Из формул (26)–(27) находим вероятность отказа и, используя табулированные значения формулы Эрланга, находим значения m_j для заданной нагрузки α_j .

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Фратта Л., Лазарев В.Г., Паршенков Н.Я. Адаптивное управление канальными ресурсами в интегральной цифровой сети связи, - Сети пакетной коммутации ЭВМ, Труды IV советско-итальянского семинара, М., Наука, 1984, с. 59-63.
2. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями, М., Мир, 1979, 600с.

Түйін

Мақалада интегральды қызметті желінің жұмыс істеу моделі және трафиктің оңтайлы тасымалдануын іске асыру сапасын беретін параметрлерді есептеу орындалған.

Resume

The problem of calculation of parameters of quality of service for optimum transfer of the traffic on an integrated network is considered, the model of functioning of a digital network with integration of services is resulted.

Özet

Entegre ağ üzerindeki trafiği optimum transferi için hizmet kalitesi parametrelerinin hesaplanması problemi olarak kabul edilir, hizmet entegrasyonu ile bir dijital ağ işleyiş modeli kaynaklanmaktadır.