

АДАПТИВНЫЙ МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ДАННЫХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

проф. С.А. Соколов, Д.В. Сумцов

Приведен адаптивный метод управления потоками данных, позволяющий снизить среднее время доставки кадров при обеспечении заданного уровня достоверности передачи данных путем учета качества канала передачи данных.

Интенсивное развитие вычислительных сетей требует больших капитальных затрат на средства обмена информацией между ЭВМ. Поэтому в первую очередь рассматривается возможность использования существующей сети общего пользования: телефонной, абонентского телеграфирования, ведомственных и производственных сетей. Удовлетворяя основным требованиям своих абонентов, указанные сети из-за низкого качества трактов не позволяют обеспечить требуемую для ЭВМ верность, что влияет на производительность транспортных протоколов, задержку пакетов.

Как показано в ряде работ [1-3], верность передачи дискретной информации при работе по коммутируемым каналам и трактам сети общего пользования не соответствует указанным требованиям, так как коммутируемый канал является нестационарным, коэффициент ошибки на бит в котором меняется в широких пределах от 10^{-2} до 10^{-4} в зависимости от типа оборудования, тогда как для нормальной работы АСУ значение $K_{\text{ош}}$ не должно превышать 10^{-6} .

Различные алгоритмы управления потоками данных при изменении интенсивности ошибок в канале имеют разные значения времени доставки кодограмм при одинаковой достоверности передачи информации. Положительный эффект можно получить, используя обратную связь, обеспечивающую информацию передатчику о качестве приема кодограммы. В этом случае на интервалах хорошего состояния канала (более 98 % общего состояния с вероятностью ошибки элемента $P_0 \leq 10^{-11} \dots 10^{-13}$) можно передать информацию с пониженной избыточностью, а на интервалах плохого состояния (до 2 % с $P_0 = 0,5 \dots 10^{-2}$) – с повышенной (за счет повторения). Поэтому наиболее целесообразным представляется выбор в зависимости от состояния канала в данный момент алгоритма, являющегося наиболее предпочтительным с точки зрения выбранного показателя эффективности [4].

В качестве показателя эффективности передачи данных выбран вектор

$$\vec{G} = (T_{\text{ср}}, P_{\text{дост}}),$$

где $P_{\text{дост}}$ – вероятность безошибочной доставки кадра; $T_{\text{ср}}$ – среднее время доставки кадра.

Оценка эффективности в данном случае осуществляется на основе концепции пригодности. В качестве минимизируемого показателя выбирается минимум среднего времени доставки кадра, а вероятность безошибочной доставки кадра выступает в качестве ограничения, т.е.

$$T_{\text{ср}} \rightarrow \min$$

при выполнении ограничения

$$P_{\text{дост}}(P_0, N) \geq P_{3\text{дост}}.$$

По указанному критерию будет выбираться один из следующих алгоритмов: с решающей обратной связью и непрерывной передачей кадров «Возвращение - на - N» (именуемый далее «Алгоритм 1»), с решающей обратной связью и положительным квитированием Састри («Алгоритм 2») и алгоритм с мажоритарным побитным исправлением ошибок по правилу «2 из 3» («Алгоритм 3») [5, 6].

Исходными данными являются вероятность ошибки бита P_0 , определяемая на интервале контроля качества канала передачи данных, заданная вероятность доставки кадра $P_{3\text{дост}}$, длина информационного кадра и кадра квитанции n и s соответственно, пропускная способность канала C , длина канала связи l , скорость распространения сигнала в среде V_p . Качество канала передачи данных может определяться по одному из существующих прямых либо косвенных статистических методов точечной оценки параметра P_0 .

Более предпочтительными являются косвенные (бестестовые) методы, при которых качество каналов оценивается в процессе работы по рабочим сигналам, и не требует дополнительных временных затрат. Методы контроля качества каналов передачи данных подробно описаны в работах [2, 7, 8].

Правило адаптации состоит в следующем (рис. 1).

1. По значению P_0 для алгоритмов 1 и 2 определяется число вторичных посылок N , обеспечивающее заданный уровень вероятности доставки кадра по формуле

$$N \leq \log_{P_{1\text{бр}}} \left(1 - \frac{P_{3\text{дост}} \cdot (1 - P_{1\text{бр}})}{P_{1\text{пр}}} \right),$$

где $P_{1\text{пр}}$ – вероятность правильной доставки информационного кадра; $P_{1\text{бр}}$ –

вероятность браковки информационного кадра вследствие ошибки; $P_{3 \text{ дост}}$ – заданная вероятность доставки кадра. Вероятность правильной доставки $P_{1 \text{ пр}}$ определяется по формуле

$$P_{1 \text{ пр}} = (1 - P_0)^n,$$

где n – число разрядов информационного кадра.

Вероятность браковки информационного кадра определяется по формуле

$$P_{1 \text{ бр}} = \sum_{i=1}^k C_n^i \cdot P_0^i \times \\ \times (1 - P_0)^{n-i} + (1 - \frac{1}{2^{16}}) \times \\ \times \sum_{i=k+1}^n C_n^i \cdot P_0^i \cdot (1 - P_0)^{n-i},$$

где k – число контрольных разрядов кадра.

2. Для алгоритма 3 проверяется условие $P_{\text{дост}} \geq P_{3 \text{ дост}}$. При невыполнении этого условия алгоритм 3 из дальнейшего рассмотрения исключается.

3. Для всех алгоритмов вычисляется значение среднего времени доставки кадра $T_{\text{ср}}$:

- для алгоритма 1

$$T_{\text{ср}} = P_{1 \text{ пр}} \cdot \sum_{i=1}^N \{ [i \cdot (t_1 + t_3) + \\ + (i-1) \cdot (t_s + t_3)] \cdot P_{1 \text{ бр}}^{i-1} \},$$

- для алгоритма 2

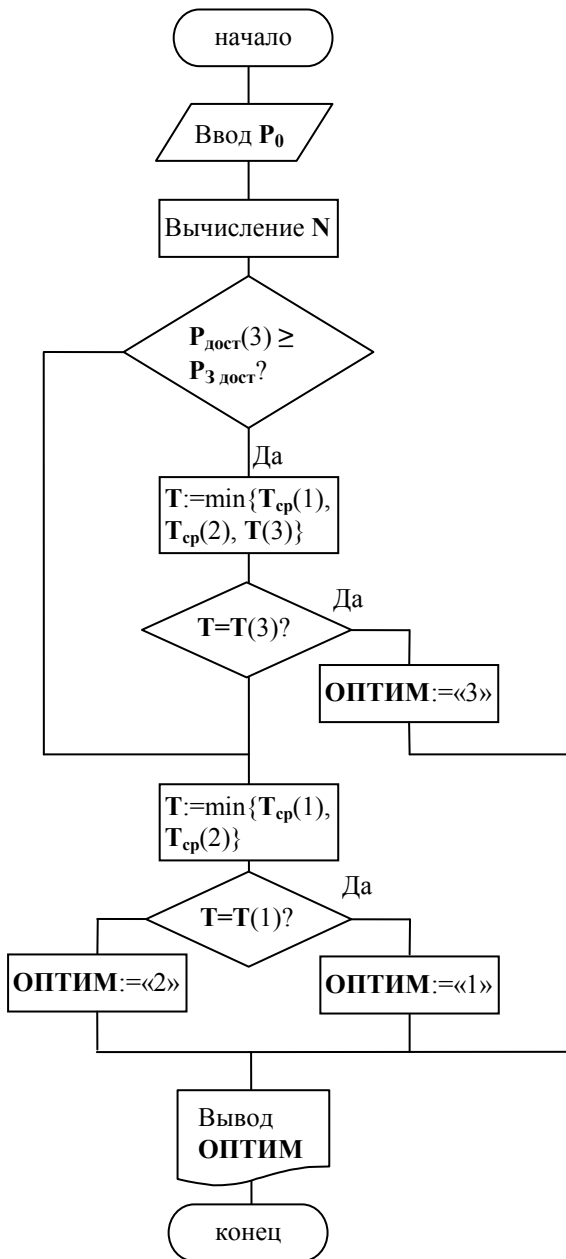


Рис. 1. Алгоритм выбора алгоритма управления потоками данных

$$T_{cp} = P_{Iпр} \cdot \sum_{i=1}^N \{ [i \cdot t_I + 2t_3 + t_S] \cdot P_{I0р}^{i-1} \},$$

- для алгоритма 3

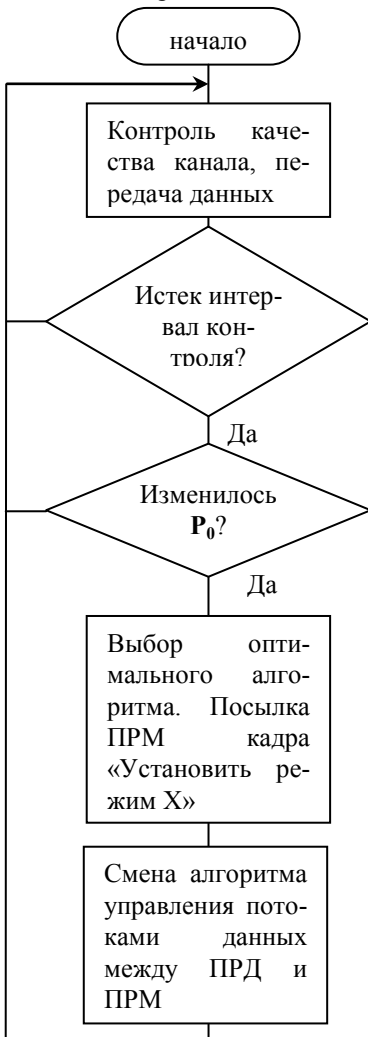


Рис. 2. Адаптивный алгоритм управления потоками данных

на приемной стороне осуществляется контроль качества канала передачи данных с целью определения значения P_0 .

$$T_{cp} = T_{max} = 3 \cdot t_I + t_3,$$

где t_I – время передачи по каналу I-кадра, t_S – время передачи по каналу S-кадра, t_3 – время распространения сигнала по каналу.

Время передачи по каналу I - кадра равно

$$t_I = \frac{n}{C},$$

где C – пропускная способность канала, бит/с.

Время передачи по каналу S - кадра равно

$$t_S = \frac{s}{C},$$

где s – длина S-кадра.

Время задержки распространения бита по каналу равно

$$t_3 = \frac{l}{V_p},$$

где l – длина канала связи, м; V_p – скорость распространения сигнала в среде, м/с.

4. Выбирается алгоритм, обеспечивающий наименьшее значение T_{cp} .

Разработанный метод позволяет сократить время доставки кадра при обеспечении заданного уровня достоверности передачи данных. На основе данного метода разработан адаптивный алгоритм управления потоками данных между двумя узлами вычислительной сети. Принцип работы алгоритма состоит в следующем (рис. 2):

1. При обмене данными между передатчиком (ПРД) и приемником (ПРМ)

2. По истечении очередного интервала контроля проверяется, изменилось ли значение P_0 . Если нет, то обмен данными осуществляется по выбранному на предыдущем шаге алгоритму.

3. Если значение P_0 изменилось, то по описанному ранее методу выбирается оптимальный алгоритм управления потоками данных. ПРМ отправляет ПРД служебный кадр «Установить режим X», где X – номер оптимального алгоритма.

4. При получении кадра «Установить режим X» ПРД переходит к указанному алгоритму управления потоками данных и продолжает передачу данных, затем переход к шагу 1.

Приведенный алгоритм позволяет повысить эффективность передачи данных, так как адаптивно изменяет избыточность передаваемых данных, что особенно необходимо при работе на нестационарных каналах, где характер действующих помех заранее неизвестен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буга Н.Н. Основы теории связи и передачи данных. Часть 1. – Л.: ВИКИ им. Можайского, 1968. – 548 с.
2. Митряев Е.В., Ростовцев Ю.Г., Рышков Ю.П. Контроль верности информации в морской радиосвязи. – Л.: Судостроение, 1979. – 164 с.
3. Соколов С.А., Рубан И.В., Сумцов Д.В. Способ управления потоками данных в транспортной подсети корпоративной вычислительной сети // Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – №3. – С. 13 - 18.
4. Гойхман Э.Ш., Лосев Ю.И. Передача информации в АСУ. – М.: Связь, 1976. – 280 с.
5. Уолрэнд Дж. Телекоммуникационные и компьютерные сети. – М.: Постмаркет, 2001. – 480 с.
6. Монекли М., Брунил Г. Об эффективной скорости передачи при некоторых стратегиях в синхронных системах с переспросом и повторными передачами // Экспресс-информация. – Передача информации. – М.: ВИНТИ. – 1987. – №6. – С. 18 - 24.
7. Коричнев Л.П., Королев В.Д. Статистический контроль каналов связи. – М.: Радио и связь, 1989. – 240 с.
8. Шувалов В.П., Захарченко Н.В., Шварцман В.О. и др. Передача дискретных сообщений. – М.: Радио и связь. – 1990. – 464 с.

Поступила 25.01.2002

СОКОЛОВ Сергей Алексеевич, канд. техн. наук, профессор, нач. кафедры ХВУ. В 1971 году окончил Харьковское ВВКИУ. Область научных интересов – архитектура вычислительных машин и систем.

СУМЦОВ Дмитрий Викторович, адъюнкт ХВУ. В 1995 году окончил ХВУ. Область научных интересов – организация управления потоками данных в вычислительных сетях.