

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЫБОРА ЛОГИЧЕСКОГО КАНАЛА С УЧЕТОМ ПРИОРИТЕТОВ

О. Г. Мелентьев, профессор СибГУТИ, д. т. н.; melog@sibsutis.ru

И. Е. Шевнина, старший преподаватель СибГУТИ

Ключевые слова: группирование ошибок, модель Гилберта, параллельная передача.

Группирование ошибок создает известные проблемы при передаче, но оно позволяет прогнозировать качество передачи в будущем по результатам предыдущих попыток. Именно это свойство предлагается использовать при построении приоритетных логических каналов.

В ряде случаев между двумя узлами сети имеется более одного канала. Рассмотрим каналы с временным разделением, поражение слотов в которых имеет тенденцию к группированию. Как показано в [1, 2], характер группирования поражений блоков удовлетворительно аппроксимируется моделями на основе цепей Маркова с двумя состояниями. В нашем случае будем использовать модель Гилберта, которая подробно рассмотрена в [2]. Имеющийся ресурс каналов может использоваться для передачи некоторого числа потоков с разными требованиями по качеству. Для обслуживания этих требований можно предоставлять целое число исходных каналов, или организовывать логические каналы, динамически выделяя слоты исходных каналов в любой последовательности и любом количестве.

Для повышения качества передачи данных с высоким приоритетом, основываясь на прогнозе, можно выделять временные слоты в лучшем на текущий момент канале. Образованный таким образом логический канал будем называть приоритетным логическим каналом (ПЛК). В данной ситуации целесообразно разработать алгоритмы, обеспечивающие прогноз качества приема следующего слота во всех каналах пучка и динамическое распределение канальных слотов для передачи блоков в зависимости от приоритета и требований по качеству. Учитывая временные задержки прохождения пакетов в реальных сетях, целесообразно исследовать влияние задержки квитанций о качестве приема блока на параметры ПЛК, организованных различными алгоритмами.

Ниже предлагаются алгоритмы построения ПЛК на основе прогноза качества передачи слотов.

Все алгоритмы прогноза по использованию информации о результатах предыдущих попыток передачи можно разделить на две группы:

- алгоритмы с единичной памятью — принимают решения о выделении слота на основании анализа качества приема последнего блока в каждом канале пучка, информация о котором к текущему моменту известна на передаче (под качеством приема будем понимать отсутствие или наличие ошибок в принятом блоке);

- алгоритмы с длительной памятью — принимают решения о выделении слота на основании анализа результатов некоторого числа последних попыток.

Рассмотрим алгоритмы с единичной памятью.

Алгоритм случайного выбора слота (А1-СВ). Для построения ПЛК случайным образом выбирается слот любого исходного канала, за исключением текущего, если в нем

была ошибка. Данный алгоритм используется при числе каналов более двух.

Алгоритм с минимизацией смен каналов (А1-МСК). Логика принятия решения данным алгоритмом такова: если результат последнего известного приема в текущем канале не хуже чем в других, не меняем канал, иначе выбираем слот в одном из каналов с лучшим результатом. Когда приоритет выше текущего имеют более одного канала, выбирается канал, следующий за текущим, по циклической нумерации.

Алгоритмы с длительной памятью. АБ-СКО — алгоритмы выбора по среднему коэффициенту ошибок $/\infty$ — с неограниченным буфером; $/L$ — с ограниченным буфером длиной L . Алгоритмы предполагают организацию буферов, в которых хранятся результаты качества приемов некоторого числа блоков для каждого канала.

Для каждого канала по содержимому буфера оценивается средний коэффициент ошибок (или коэффициент правильного приема блоков), в соответствии с которым, каналы

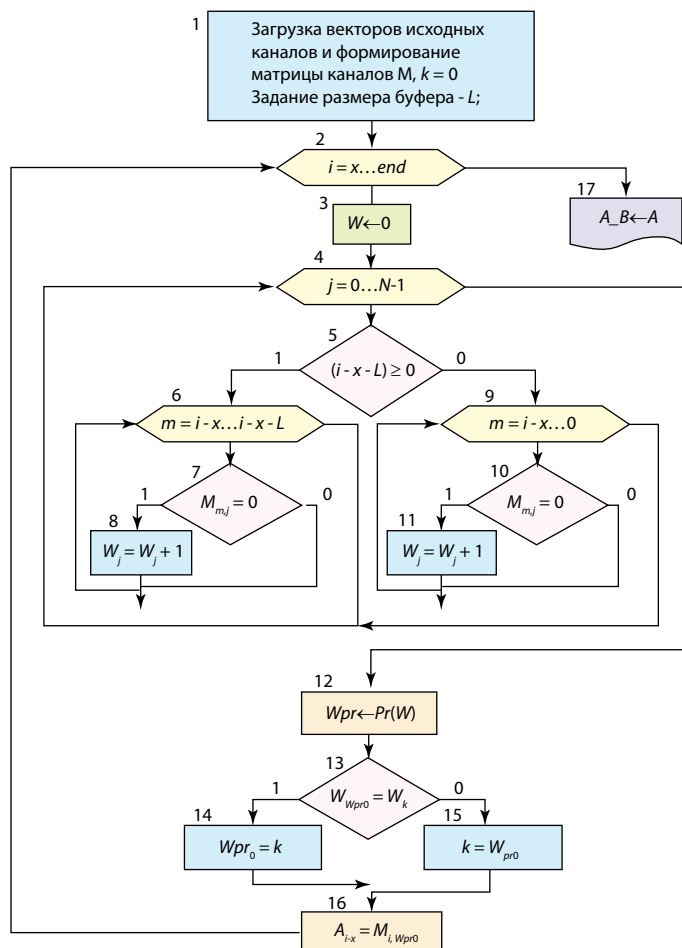


Рис. 1

ранжируются по качеству. Для построения ПЛК на каждом шаге предоставляется слот исходного канала с меньшим числом ошибок в буфере. При неограниченном буфере алгоритм является идеализированным и представляет интерес только как объект сравнения при оценке эффективности реальных алгоритмов.

Вариант блок-схемы алгоритма **АБ-СКО/L** с фиксированной длиной буфера показан на рис. 1. В блок-схеме использованы следующие обозначения:

M — матрица исходных каналов, элементы столбцов которой отображают ошибки при передаче слотов в соответствующем канале; x — задержка квитанции о качестве приема блока, выраженная в слотах; L — размер буфера; N — число каналов в пучке; k — номер текущего исходного канала, слот которого был выделен ПЛК на последнем шаге; A — массив ПЛК; $Pr(E)$ — процедура сортировки массива, которая возвращает индексы элементов массива E , расположенных в порядке убывания значений.

Алгоритм А1 Б-СКО представляет собой модификацию алгоритма **АБ-СКО** для двух каналов. Алгоритм ранжирует каналы по коэффициенту ошибок, но при выборе слота учитывает и результаты последней, известной попытки. Если результат приема последнего блока в канале с меньшей средней вероятностью ошибок при сравнении оказался хуже, чем во втором, то для следующей передачи предоставляем слот во втором канале, т.е. сохраняем лучший результат.

Алгоритмы, учитывающие параметры группирования ошибок. Алгоритмы этой группы используют оценки переходных вероятностей простых цепей Маркова (**А1 Б-ПЦМ**) или модели Гилберта — **А1 Б-Г**, описывающие процессы поражения слотов исходных каналов. Первоначальное определение параметров модели Гилберта и последующие оперативные их корректировки в процессе работы, обеспечиваются соответствующим алгоритмом корректировки. Методики оперативной оценки параметров модели Гилберта по результатам статистических испытаний и определение объемов испытаний, необходимых для обеспечения требуемой точности оценок, подробно рассмотрены в [2].

Для возможности сравнения каналов пучка и выбора лучшего канала на интервале следующего слота необходимо количественно оценить вероятности успеха при приеме следующего слота во всех сравниваемых каналах. Назовем такие оценки коэффициентами положительного прогноза W_{xg} .

Рассмотрим определение W_{xg} для случая, когда канал удовлетворительно описывается моделью Гилберта, а задержка квитанций отсутствует.

Если текущий слот поражен, то в соответствии с моделью Гилберта канал действительно находится в плохом состоянии, а это значит, что вероятность приема следующего слота без ошибок складывается из двух альтернатив:

- 1 — канал сохраняет плохое состояние, но ошибок нет;
- 2 — при передаче следующего слота канал переходит в хорошее состояние, где ошибок нет по определению.

В данном случае, для вероятности приема следующего слота без ошибок можно записать

$$W_{bg} = P_{bb}(1 - P_{ош}) + P_{bg}. \tag{1}$$

Если последний слот был передан без ошибок, то

$$W_{gg} = \frac{P_g}{1 - P_b P_{ош}} (P_{gg} + P_{gb}(1 - P_{ош})) + \frac{P_b(1 - P_{ош})}{1 - P_b P_{ош}} (P_{bb}(1 - P_{ош}) + P_{bg}). \tag{2}$$

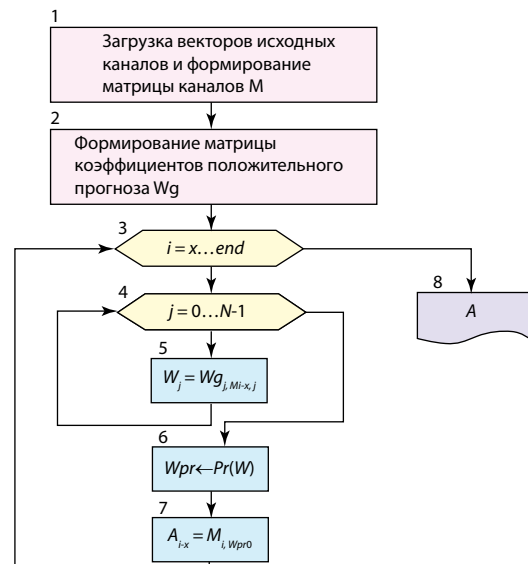


Рис. 2

Здесь $P_{gg}, P_{gb}, P_{bg}, P_{bb}$ — переходные, P_g, P_b — финальные вероятности модели Гилберта, $P_{ош}$ — вероятность ошибки в плохом состоянии канала.

Для произвольной задержки квитанций коэффициенты прогноза качества доставки текущих слотов по результатам предыдущих попыток получены в работе [3].

В качестве лучшего выбирается канал с максимальным коэффициентом прогноза.

Простейшим алгоритмом этой группы является **А1 Б-ПЦМ**. Его блок-схема приведена на рисунке 2.

В блоке 2 формируется матрица коэффициентов положительного прогноза. Число строк матрицы определяется числом каналов пучка. Число столбцов равно двум. Нулевой столбец содержит коэффициенты положительного прогноза для случая, когда последний переданный в канале слот, квитанция о качестве приема которого получена на передаче, не содержал ошибок; первый столбец содержит коэффициенты для случая с ошибками. Блок 5 формирует вектор коэффициентов положительного прогноза на основании исходов последней, известной попытки передач для всех каналов пучка

$$W_j = W_{j, M_{i-x, j}}.$$

Далее выполняется процедура сортировки (блок 6) и выделение для ПЛК, слота в канале с максимальным коэффициентом прогноза (блок 7).

Идеальный алгоритм. Для оценки предельных возможностей алгоритмов управления хоппингом был использован идеальный алгоритм, который абсолютно точно прогнозирует качество передачи блоков в следующей попытке. В имитационной модели это обеспечивается тем, что при заполнении вектора прогноза качества передачи используются не результаты качества приема последней попытки, а элементы матрицы каналов текущей i -ой попытки, т.е. непосредственно результаты приема слотов из которых производится выбор.

Результаты моделирования. Для рассмотренных выше алгоритмов было проведено имитационное моделирование, позволившее получить количественные оценки эффективности их применения.

На рис. 3 и 4 приведены зависимости средних коэффициентов ошибок в приоритетных логических каналах,

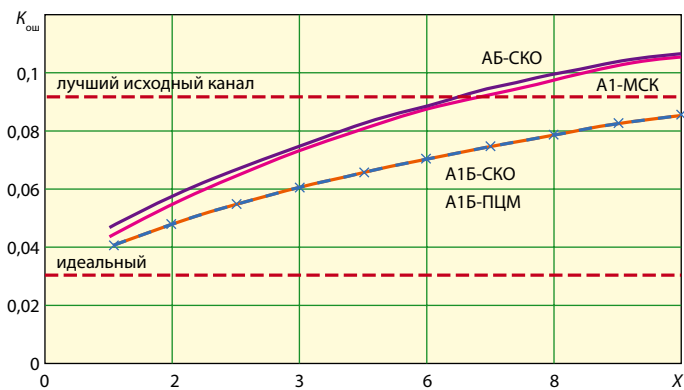


Рис. 3

организованных на основе рассмотренных алгоритмов в пучках из двух и трех исходных каналов, от задержки квантизации.

Исходные каналы пучка описывались простой цепью Маркова с двумя состояниями и следующими переходными вероятностями:

- Параметры первого исходного канала $U_{gs}=0,99$, $U_{bb}=0,9$;

- Параметры второго исходного канала $U_{gs}=0,95$, $U_{bb}=0,9$.

Для определения потенциальных возможностей алгоритмов по выбору лучшего канала, нижней пунктирной линией на рисунке показано значение коэффициента ошибок канала, выбранного идеальным алгоритмом [4]. Верхней пунктирной линией показан коэффициент ошибок для лучшего из исходных каналов.

Как видно из рисунков, при небольших задержках квантизации, алгоритмы с буфером и алгоритм с минимизацией смен каналов позволяют получить логический канал с существенно (на 40—50%) меньшим, чем в лучшем из исходных каналов коэффициентом ошибок. Еще больший выигрыш, при числе каналов более двух, позволяет получить алгоритм, учитывающий группирование ошибок А1 В-ПЦМ.

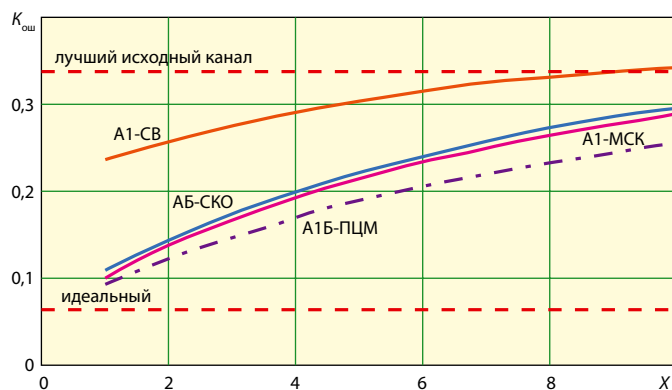


Рис. 4

Результаты моделирования показывают целесообразность применения данных алгоритмов при выделении ресурсов для передачи данных с высоким приоритетом, если между узлами сети имеется несколько каналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Коричнев Л. П., Королёв В. Д.** Статистический контроль каналов связи. — М.: Радио и связь, — 1989. — 240 с.
2. **Мелентьев О. Г.** Теоретические аспекты передачи данных по каналам с группируемыми ошибками/под редакцией профессора В. П. Шувалова — М.: Горячая линия—Телеком. — 2007. — 232 с.
3. **Шевнина И. Е.** Прогнозирование качества приема слота по результатам предыдущих попыток в каналах с группируемыми ошибками // Проблемы функционирования информационных сетей: материалы X международной конференции. Новосибирск. — 2008. — С. 143—145.
4. **Мелентьев О. Г., Шевнина И. Е.** Вычисление параметров результирующих каналов при идеальном алгоритме управления хоппингом // Проблемы функционирования информационных сетей: материалы X международной конференции. — Новосибирск. — 2008. — С. 167—174.

Получено 26.10.09

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ!

В. В. Бутенко, М. А. Хазанова

«Комментарии к ГОСТ Р 52742—2007 «Каналы и тракты звукового вещания. Типовые структуры. Основные параметры качества. Методы измерений». М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2009. — 220 с.

Вышла в свет новая книга В. В. Бутенко, М. А. Хазановой «Комментарии к ГОСТ Р 52742—2007 «Каналы и тракты звукового вещания. Типовые структуры. Основные параметры качества. Методы измерений».

Как известно, одним из основных документов в области звукового вещания является национальный стандарт ГОСТ Р 52742—2007 «Каналы и тракты звукового вещания. Типовые структуры. Основные параметры качества. Методы измерений». Это — системный документ в области звукового вещания, охватывающий широкий круг вопросов по организации и передаче программ звукового вещания по каналам и трактам звукового вещания.

Однако ГОСТ Р 52742—2007 ограничен определенными рамками стандартизации.

В книге дается более широкое изложение материала: рассмотрены вопросы специфики организации звукового вещания в Российской Федерации, охватывающей пять вещательных зон (десять часовых поясов). Книга состоит из восьми глав и приложения. В приложении к книге приведен ГОСТ Р 52742—2007.

Издание, как и сам стандарт, рассчитано на разработчиков каналообразующей аппаратуры и аппаратуры соединительных линий; проектировщиков сетей звукового вещания; учащихся учебных заведений по радиотехническим специальностям и специальностям звукового вещания; разработчиков национальных и межгосударственных стандартов в области звукового вещания, правил технической эксплуатации, терминологических словарей в области звукового вещания, сертификационных документов.

Подробнее о книге можно прочитать на сайте: www.elsv.ru

По вопросам приобретения обращаться в территориальные отделы распространения ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»:

- 119991 Москва, ул. Донская, 8; тел. (495) 236-50-34, тел/факс 236-01-72, E-mail: standart1@comail.ru

- 194292 Санкт-Петербург, пр. Культуры, 26/1; тел. (812) 557-86-21, (812) 558-16-39; факс (812) 598-53-10; E-mail: info@standards.spb.ru

- 3500010 Краснодар, ул. Офицерская, 48; тел. (861) 224-01-20, 224-13-73; E-mail: gost-yug@mail.kubtelecom.ru

- 630108 Новосибирск, ул. Котовского, 40; тел/факс (383) 353-94-36, тел. 353-94-93; E-mail: tor13@online.sinor.ru

- 620041 Екатеринбург, ул. Солнечная, 41; тел/факс (343) 341-68-27, 341-65-54; E-mail: tor14@sky.ru

Кроме того, справки можно получить по телефонам: 8 (495)225-61-74; 8 (495) 647-17-76