



ИТЕРАЦИОННЫЙ МАЖОРИТИРУЮЩИЙ ФИЛЬТР ПАКЕТОВ ДАННЫХ С МАСОЧНОЙ СЕЛЕКЦИЕЙ

А.А. Ларин, А.Ю. Ушаков (ООО "МАШ ЮНИТ")

Предлагается алгоритм фильтрации пакетов данных для приемной части цифровых каналов связи, не использующих надежные средства проверки целостности данных. Фильтр успешно применяется для исключения приема недостоверных данных при передаче в условиях неудовлетворительной помеховой обстановки, в системах с устаревшими протоколами передачи данных, не предполагающими использование контрольных сумм, битов паритета и т.п. Основные преимущества алгоритм показывает при работе с пакетами, в котором присутствуют как квазистатические данные (повторяющиеся в нескольких подряд идущих посылках), так и данные, значение которых может изменяться в каждой посылке.

Ключевые слова: итерационный мажоритирующий фильтр, пакеты данных, цифровые каналы связи.

В настоящий момент на ряде отечественных предприятий все еще применяются устаревшие протоколы передачи данных, которые не поддерживают современные технологии проверки целостности данных. При этом для успешного функционирования предприятия требуется обеспечить передачу качественных данных. Для решения этой задачи разработан итерационный мажоритирующий фильтр пакетов данных с масочной селекцией.

Принцип работы фильтра основан на поиске цепочек схожих элементов в отсортированном буфере и выборе начального элемента из максимально длинной цепочки, при этом, если такие цепочки не найдены либо их длина недостаточна для принятия решения, на выход фильтра выдается результат предыдущей итерации. Схожесть элементов определяется по маске, которая выделяет статические данные и позволяет игнорировать быстро изменяющиеся. Каждый принятый пакет данных рассматривается как двоичное слово соответствующего размера. Структурная схема фильтра показана на рисунке.

Фильтр включает:

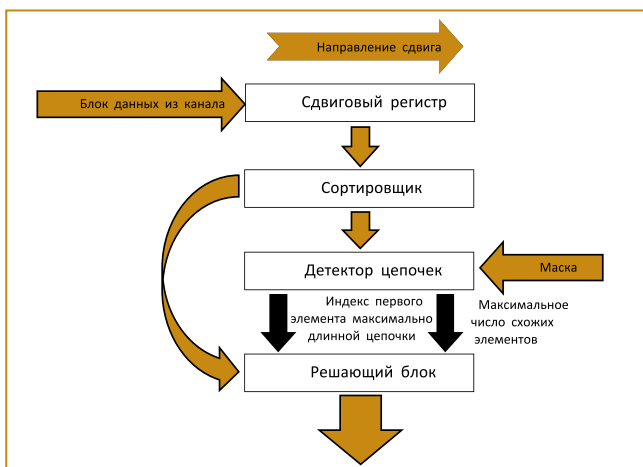
- 1) сдвиговый регистр (приемный буфер) с числом элементов N , размер каждого элемента совпадает с размером блока входных данных (информационного пакета);
- 2) сортировщик данных – блок, который осуществляет упорядочивание элементов массива в порядке убывания;
- 3) детектор цепочек схожих элементов;
- 4) решатель – блок, определяющий состояние выхода фильтра по результатам работы детектора цепочек.

Алгоритм работы фильтра

1. Данные в буфере сдвигаются на один элемент так, что самый "старый" элемент буфера удаляется, а на освободившееся после сдвига место попадает принятый пакет.
2. Во вновь добавленном элементе буфера устанавливается дополнительный (самый старший) бит, в остальных элементах буфера – сбрасывается.
3. При необходимости в зависимости от формата пакета данных возможна перестановка групп битов в пакете таким образом, чтобы маскируемые биты находились в его "старшей" части, а биты, отражающие импульсные сигналы – в "младшей".

Таблица 1. Структура пакета данных

Номер бита	Назначение бита
0	Температура (LSB)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	Температура (MSB)
8	
9	Выдать звуковой сигнал (флаг)



Структурная схема фильтра

Таблица 2. Содержимое принимаемых пакетов

Бит	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	HEX
1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0E8
2	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0E8
3	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0E8
4	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0EA
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3FF
6	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0EA
7	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0EA
8	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	2EA
9	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0EA
10	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0EA

Таблица 3. Пояснения к работе фильтра

Номер итерации	Входной буфер	Отсортированный по убыванию входной буфер	Длина найденной цепочки	Индекс первого элемента	Выход фильтра
1	4E8 000 000 000 000	4E8 000 000 000 000	4	2	000
2	4E8 0E8 000 000 000	4E8 0E8 000 000 000	3	3	000
3	4E8 0E8 0E8 000 000	4E8 0E8 0E8 000 000	3	1	0E8
4	4EA 0E8 0E8 0E8 000	4EA 0E8 0E8 0E8 000	3	2	0E8
5	7FF 0EA 0E8 0E8 0E8	7FF 0EA 0E8 0E8 0E8	3	3	0E8
6	4EA 3FF 0EA 0E8 0E8	3FF 4EA 0EA 0E8 0E8	2	2	0EA
7	4EA 0EA 3FF 0EA 0E8	3FF 4EA 0EA 0EA 0E8	3	2	0EA
8	6EA 0EA 0EA 3FF 0EA	3FF 6EA 0EA 0EA 0EA	4	2	2EA
9	4EA 2EA 0EA 0EA 3FF	3FF 4EA 2EA 0EA 0EA	4	2	0EA
10	4EA 0EA 2EA 0EA 0EA	4EA 2EA 0EA 0EA 0EA	5	1	0EA

4. Буфер копируется во временную переменную и сортируется в порядке убывания.

5. Отсортированный буфер проверяется на наличие цепочек схожих элементов с учетом маски, которая определяет, какие биты должны совпадать, а какие не учитываются при сравнении. В приведенном примере маской будет являться число 0x1FF, то есть установленные биты [8...0]. Принимая, что при достаточном размере буфера в нем может находиться более одной цепочки, алгоритм выбирает наиболее длинную цепочку, сохраняя ее размер и индекс первого элемента в отсортированном буфере. Если длины найденных цепочек равны, выбираются более свежие данные (за счет дополнительного бита).

6. Далее, если длина найденной цепочки больше заданного порогового значения, первый элемент этой цепочки

возвращается фильтром в качестве результата со сброшенным дополнительным битом. В противном случае, на выходе остается прежнее значение.

Примем, что пакет данных имеет размер 10 бит и следующую структуру (табл. 1):

1) 10 бит, содержащих температуру в градусах Цельсия, умноженную на 10 (от нуля до 511).

2) Команда на выдачу звукового сигнала – бит, устанавливаемый только в одном пакете (импульсный сигнал).

Для примера возьмем буфер размером в пять элементов, по 10 бит каждый (плюс дополнительный бит) и пороговое значение для длины цепочки, равное двум. Положим, что по каналу связи последовательно передаются 10 пакетов, один из которых испорчен и содержит во всех битах логические единицы,

остальные содержат два значения температуры – 23,2 и 23,4° С, а один пакет имеет установленный бит команды выдачи звукового сигнала (табл. 2). Содержимое входного буфера (с установленным дополнительным битом) и его отсортированной копии на каждой итерации указано в табл. 3. (коричневым цветом выделен последний принятый пакет, в котором установлен дополнительный 11-й бит).

Указанный алгоритм успешно применяется в лифтовом оборудовании, производимом компанией МАШ ЮНИТ, для работы с со станциями управления УЛ, УКЛ и УЭЛ, информационные протоколы которых не имеют средств проверки целостности принятых данных, а линии связи, зачастую подвержены влиянию мощных электромагнитных помех от частотного преобразователя.

Ларин Андрей Александрович - генеральный директор, Ушаков Алексей Юрьевич - руководитель отдела разработки ООО "МАШ ЮНИТ".

Контактный телефон (499) 840-50-60.

Http://www.machunit.com