

Инструкция по работе с демонстрационной программой сверхбыстрого алгоритма многопорогового декодирования

1. Общие сведения.

Программа моделирования работы сверхбыстрого итеративного алгоритма многопорогового декодирования (МПД) свёрточных кодов предназначена для изучения эффективности и скорости работы декодеров этого типа в гауссовских каналах, а также при наличии пакетной компоненты шума в принимаемом потоке данных. Описание принципов работы МПД можно найти на нашем веб-сайте www.mtdbest.iki.rssi.ru и в справочнике В.В.Золотарёва и Г.В.Овечкина «Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы», издательства «Горячая линия-Телеком», Москва, 2004г., с.124.

Программа формирует информационный поток, реализует кодирование данных, предназначенных для передачи, помехоустойчивым кодом с кодовой скоростью $R=3/4$, имитирует передачу их по каналу с большим уровнем белого гауссовского шума, и последующее исправление декодером искажённой в канале принятой последовательности. В процессе внесения ошибок в передаваемое сообщение дополнительно возможно формирование пакета ошибок различной длины, что позволяет судить и об очень высокой эффективности работы декодера при сложном характере ошибок, возникающих в канале связи.

Результатом работы программы являются данные о скорости работы системы кодирования с МПД на всех шагах работы с данными: при формировании информационного потока, при его кодировании, внесении шума канала и затем при декодировании. Кроме того, программа даёт сведения о числе ошибок в принятом сообщении перед началом декодирования и после каждой итерации коррекции принятых данных.

Программа работает под управлением одной из версий ОС “WINDOWS” и при запуске сначала считывает данные из входного файла **d34dv2d.c**.

2. Выбор параметров моделирования.

Выбор параметров декодирования производится в файле: **d34dv2d.c** . Его вид в любом редакторе представлен ниже.

```
code=3
kst=155
infind=2
ndkdd=500000
iterat=8
AN=4.0
npacketll=10
lim88=88
```

Пользователь может назначить по своему выбору следующие параметры канала:

- начальное состояние датчика случайных чисел для генерации различных последовательностей ошибок. Для этого параметр **kst** может выбираться в диапазоне от 1 до 999 ;
- длину кодируемой последовательности в битах для каждой из 6-ти информационных ветвей, от 20000 до 500000, параметр **ndkdd**;
- число итераций декодирования от 3 до 15, параметр **iterat**;
- уровень шума, дБ, от 2.0 до 5.0 параметр **AN**;
- длина пакета ошибок канала, от 10 до 500 битов, для параметра **npacketll**. Для выключения генератора пакетов ошибок этот параметр выбирается отрицательным.

Кроме того, возможен выбор одного из четырех вариантов передаваемой информационной последовательности. При **indinf=0** кодируется нулевой информационный поток. При **indinf=1** - кодируется и передается далее информационный поток, состоящий - только из единиц. При **indinf=2** передается информационная последовательность с периодом 29. Наконец, если **indinf=3**, то передается случайный информационный поток. Он определяется рассмотренным выше параметром **kst** датчика случайных чисел.

После этого данные в этом файле должны быть сохранены, а затем двойным щелчком «мыши» на модуле **dv34v2.exe** запускается моделирование работы системы кодирования.

3. Оценка результатов моделирования.

Завершение процесса моделирования работы системы кодирования происходит обычно менее чем через 30 секунд. Для этого следует после появления в консольном окне сообщения «**Press any key to continue**» нажать один раз на клавишу «**Ввод**» и подтвердить затем этой же клавишей замену старого выходного файла **dv34v2t.c** новым, если вы работаете в среде Visual C++.

После этого можно анализировать тексты выходного файла **dv34v2t.c**, содержащего все результаты работы программы, с использованием любого редактора.

Начальная часть выходного файла представлена ниже. В ней содержатся все те сведения о параметрах моделирования, которые назначались пользователем во входном файле **d34dv2d.c** перед запуском программы.

```

===== start demo quick MTD =====
convolution MTD soft last corr 28.08.04 var.3!
----- code=3 -----
=====
kst=155
infind =2
ndkdd=500000
iterat=8
AN=4.000000
npacketll=10
=== lim88=88 === -free control parameter
=====
start time is 0 s
=====

```

Строка

- **free control parameter** -

является контрольной и показывает, что если она имеет именно такой вид, то количество переменных соответствует предполагаемым и введённые данные прочитаны правильно.

Строка

- **start time is 0 s** -

показывает момент, когда начинают работу системы кодирования, генерации шума и последующего декодирования.

Далее после строки “**Program finish print**” начинается представление тех результатов моделирования, которые определяются настройками пользователя и поэтому представляют интерес.

Вариант этой главной завершающей части распечатки выходных данных также представлен ниже:

```

=====
Program finish print
inf start  110 ms
coding start  380 ms
inf weight=1551726
  check weight=586095
inf tot=3000000
coding end & noise  gen start = 710 ms
***** coder speed= 9 090 000 bits/s
  noise gen end  2690 ms
inf tot=3000000
inferr gen=37990  isaerr gen=12319
time  decoding start=2690 ms
time  decoding end  = 5430 ms
time decoding work= 2740 ms
***** decoder speed= 1 094 000 bits/s
packet length=10
3000000 37992 12320 9863 3135 720 197 108 1 0 0
-----

```

Отметим, что полный объём моделирования **inftot** из-за особенностей технологии организации демопрограммы всегда в 6 раз больше, чем назначаемый пользователем параметр **ndkdd**. В представленном примере **ndkdd=500000**, а полный объём моделирования, выраженный в числе информационных символов равен **inftot=3000000**.

Как следует из вида представленных выходных данных по результатам моделирования, формирование информационного потока для передачи началось через 110 миллисекунд после старта программы, процесс кодирования начался через 380 мс. Далее идут сведения о числе информационных "единиц" (их вес) в переданном потоке кодовых символов, а затем аналогичный вес для проверочных символов.

Далее идёт объём **inftot = 3 000 000** битов закодированного информационного потока, а также сообщение о том, что кодирование закончено, а генерация шума началось через 710 мсек. Следующее сообщение чрезвычайно важно: оценка скорости кодирования, которое происходило со скоростью **9,09 Мбит/с**.

Следующая строка показывает, что генерация шума завершилась через 2690 мсек после начала работы программы и затем повторяется подтверждение от другого модуля, что объём декодированных данных равен 3 Мбита. Далее идёт информация о числе сгенерированных ошибок во входном потоке декодера - **inferr gen=37990**, а также о числе проверочных ошибок в кодовом потоке - **isaerr gen=12319**.

Затем идут сведения о самом главном этапе - начале процедуры декодирования - **time decoding start=2690 ms** и её конце - **time decoding end = 5430 ms**, а также о её полном времени работы - **time decoding work= 2740 ms**.

И наконец, самое главное сообщение - о скорости декодирования:

******* decoder speed = 1 094 000 bits/s .**

Эти численные данные приведены для компьютера с тактовой частотой менее 1 ГГц.

Далее идёт сообщение о длине генерируемого пакета ошибок, который был в этом цифровом потоке: - **packet length=10**.

В последней строке указаны 11 чисел - детальные итоги моделирования работы сверхскоростного МПД декодера. Сначала снова выводится полный объём прошедших через декодер информационных символов - 3 Мбита, затем - число ошибок в информационных символах, переданных по каналу – 37993, число ошибок в проверочных символах – 12321 и далее – число ошибок, оставшихся в декодере после 10 итераций коррекции ошибок при использовании алгоритма МПД: от 9863 после первой до 0(!) - после седьмой и, конечно, восьмой итераций. Число ошибок, переданных по каналу, даётся с учётом ошибок, сгенерированных в пакете.

При выборе других значений тех параметров, которые могут назначаться пользователем в процессе моделирования работы МПД, анализ результатов итоговой распечатки проводится по этой же схеме.

*
* *
* * * *
* *
*

Можно также проверить, что при увеличении в массиве входных данных длины пакета ошибок с 10 до 90 битов повторное моделирование процесса коррекции ошибок также приводит к отсутствию даже следов этого пакета на выходе МПД декодера, т. е. после последней его итерации ошибки по-прежнему отсутствуют. Это и определяет ориентировочно очень хорошие возможности данной схемы декодирования по исправлению и значительных пакетов ошибок. Фактическая длина такого пакета на входе МПД может более, чем в 10 раз превышать длину максимального пакета, допустимого при использовании алгоритма Витерби, для которого она составляет всего лишь 7-10 битов.

4. Заключение.

Разработанная демонстрационная программа **demo Quick MTD** позволяет анализировать характеристики производительности и корректирующей способности МПД алгоритмов в гауссовских каналах, в том числе и при наличии значительной пакетной компоненты шума.