

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВЕБ-СЕРВИСОВ КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ И МЕТОДИКА ИХ ТЕСТИРОВАНИЯ

С.Е. Рыжова, Т.В. Кузнецова
Томский политехнический университет
E-mail: ser1@tpu.ru

Введение

В настоящее время процесс передачи информации по различным каналам связи, в том числе и по беспроводным, является одним из наиболее используемых способов для обмена данными. Для обеспечения целостности данных, изображений и команд, передаваемых между беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) и наземным пунктом (НП) необходимо использование помехоустойчивых кодов, способных обнаружить и оперативно исправить ошибки в принимаемых комбинациях.

Схема взаимодействия между БПЛА и НП

Система компьютерного зрения для беспилотных летательных аппаратов включает в себя две компоненты – наземную и бортовую. Бортовая компонента состоит из аппаратного обеспечения, включающего систему компьютерного зрения и написанного на языке описания аппаратуры Verilog HDL. Помимо этого, в состав бортовой компоненты также входят кодер и декодер для обмена информацией и командами с наземной компонентой.

Наземная компонента располагается в пункте управления БПЛА и имеет специализированное программное обеспечение, в состав которого входят программные средства геоинформационной системы (ГИС) для работы с пространственными данными. Также, как и в бортовой компоненте, в наземной должны быть расположены кодер и декодер, реализованные программно, для обработки передаваемой информации и обнаружения в ней ошибок.

Веб-сервисы кодирования и декодирования информации в наземной компоненте

Для проверки работы веб-сервисов кодирования и декодирования было реализовано консольное приложение в среде Visual Studio, к которому были присоединены разработанные сервисы. Веб-сервисы были размещены на локальном Internet Information Services [1]. Связь приложения и веб-сервисов осуществляется путем добавления прямой ссылки на их svc-файлы [2], что показано на рисунках 1 и 2 для кодера и декодера соответственно.

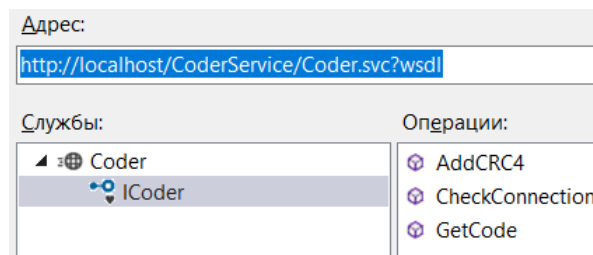


Рис. 1. Подключение веб-сервиса кодирования

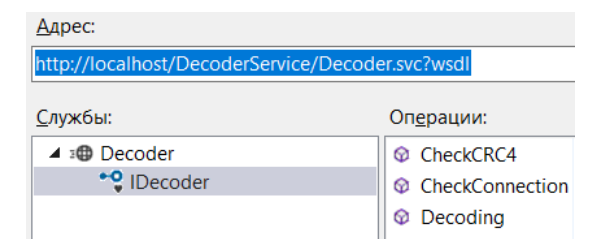


Рис. 2. Подключение веб-сервиса декодирования

Методика тестирования веб-сервисов кодирования и декодирования

В результате исследований было предложено использование кодовой комбинации со следующими параметрами:

- $n = 31$ – длина закодированной кодовой комбинации;
- $m = 12$ – длина информационного блока сообщения;
- $m + CRC4 = 16$ – длина блока сообщения с добавленной контрольной суммой CRC4 [3], где $CRC4 = 4$ бита;
- $p = 7$ – количество исправляемых кодом пакетных ошибок [4].

Тестирование веб-сервисов проводилось при помощи генерации случайной выборки данных. Количество пакетов данных составляет $10^6/12$ пакетов данных, что приблизительно составляет 152 Кб информации.

Процесс тестирования представляет собой замкнутую систему, состоящую из кодера, декодера и канала связи с ошибками. Процесс тестирования состоит из следующих этапов:

1. Начало
2. Генерация случайным образом информационной части сообщения.
3. Расчет и добавление к информационной части, полученной на Этапе 2, контрольной суммы.
4. Кодирование, полученной на Этапе 3, комбинации полиномиальным помехоустойчивым циклическим кодом.

- Кодирование производится путем деления комбинации на образующий многочлен.
5. Генерация случайным образом количества ошибок и их позиций.
 6. Добавление ошибок в закодированную на Этапе 4 комбинации.
 7. Декодирование комбинации с ошибками путем циклического алгоритма декодирования.
 8. Расчет контрольной суммы для декодированной комбинации.
 9. Сравнение контрольной суммы, полученной на Этапе 8, и контрольной суммы, имеющейся в самой комбинации.
 10. Сравнение декодированной комбинации со сгенерированной на Этапе 1.
 11. Принятие решения о корректном или некорректном декодировании, или некорректной контрольной сумме.
 12. Конец.

Результаты тестирования веб-сервисов

Результаты тестирования веб-сервиса декодирования представлены на рисунках 3 и 4.

```
8877 миллисекунд
Декодировано: 83333
Неверно декодировано: 0
Ошибок кодирования: 0
Ошибок декодирования: 0
Ошибок со смещенным пакетом: 8299
```

Рис. 3. Результаты тестирования сервиса декодирования

```
8689 миллисекунд
Декодировано: 83333
Неверно декодировано: 0
Ошибок кодирования: 0
Ошибок декодирования: 0
Ошибок со смещенным пакетом: 7425
```

Рис. 4. Результаты тестирования сервиса декодирования

В таблице приведены результаты проведения эксперимента. Эксперимент проводился 3 раза, в каждый их которых было обработано по 50 наборов данных, состоящих из $10^6/12$ пакетов.

В таблице приведены результаты по времени обработки транзакции – максимальное время обработки пакета, минимальное, среднее и средние значения времени в наносекундах для каждого из экспериментов.

Таблица. Показатели времени обработки транзакции

№	Время обработки, нс		
	T max	T min	Mean
1	10238	9279	9600
2	10126	9500	9833
3	10849	8531	9572
Итого	10404	9103	9768

Из результатов таблицы, можно сделать вывод, что предложенная схема кодирования информации оптимально подходит для передачи данных по современным беспроводным модемам.

Заключение

По результатам тестирования сервисов кодирования и декодирования данных, расположенных в наземной станции были получены результаты по времени обработки принимаемой транзакции. Время на обработку одной посылки данных, включающей в себя 81Кб данных, составляет порядка 9,6 мкс, а весь пакет, составляющий около 3 Мб информации, обрабатывается в среднем за 0,5 с. В рамках поставленной задачи передачи данных и изображений с борта БПЛА в наземный пункт для дальнейшей их интерпретации, такие результаты являются оптимальными. Однако на основе этих результатов можно сделать вывод о возможности увеличения передаваемой кодовой комбинации без существенных ухудшений по времени обработки.

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта «18-47-700010 p_a.

Список использованных источников

1. Официальный сайт Internet Information Services [Электронный ресурс] – URL: <https://www.iis.net/> (дата обращения 08.01.2020).
2. Формат файла svc [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.azfiles.ru/extension/svc.html> (дата обращения 08.01.2020).
3. Ross N.W. A Painless Guide to CRC Error Detection Algorithms. 1993. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ross.net/crc/download/crc_v3.txt (дата обращения 08.01.2020).
4. Мыцко Е.А. Алгоритмы и аппаратная реализация на ПЛИС устройств обнаружения исправления пакетных или независимых ошибок для сообщений короткой длины: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук