



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ОШИБОК МЕТОДА CRC4

О.А. Турдиев,

Ташкентский государственный транспортный университет Ассистент кафедры «Информационные системы и технологии на транспорте»

А.А. Азимов,

Ташкентский государственный транспортный университет Ассистент кафедры «Информационные системы и технологии на транспорте» DOI: https://doi.org/10.47689/978-9943-7818-0-1-v2-pp118-122

Аннотация. Под эффективностью понимается возможность выявления и исправления ошибок [1-4]. Для рассматриваемого способа генерации СРС было написано приложение на языке высокого уровня Java, позволяющее получить результаты и статистику обнаружения ошибок в передаваемых данных [5, 6].

Ключевые слова: энергоэффективная сеть, проверка, циклический избыточный (CRC), коды, технологий, метод, эффективность.

Введение

Статистика показывает обнаружение и необнаружение ошибки [7, 8]. Для написания приложения использованы программное обеспечение Java Development Kit версии 1.8 и среда разработки Net Beans IDE 8.0.2 [9]. Эксперимент проводился с помощью следующих аппаратных и программных ресурсов:

- операционная система Windows 10 (64-разрядная);
- двухъядерный процессор Intel Core i3-3217U с тактовой частотой 1,8 Ггц;
- 16 Гб оперативной памяти;
- жесткий диск объемом 1 Тб.

Программа предназначена для определения целостности передаваемых данных с использованием метода CRC (Cyclic Redundancy Check, циклический избыточный код) [10-12].

Программа имитирует процесс передачи данных между источником (рис. 3) и приемником (рис. 4), а также обеспечивает выполнение следующих функций:

- 1. Задание исходных данных вручную (кнопка «FromText», рис. 3) или при помощи генератора псевдослучайных символов (кнопка «Random», рис. 3) или метода класса Random() (создает генератор чисел, использующий уникальное начальное число) [13].
- 2. Конвертацию исходных данных в шестнадцатеричную, восьмеричную и двоичную системы счисления (поля «hex», «oct», «bin», рис. 3).
- 3. По полученным исходным данным проводится подсчет контрольных сумм CRC циклических избыточных кодов (поле «CRC», рис. 3).
- 4. Дополнительно на усмотрение пользователя можно вносить одиночные или многократные ошибки (кнопка «Random Error», рис. 3) в исходные данные (в данном случае были использованы двойные ошибки).





Основная часть

После имитации процесса передачи данных [14, 15], заново производится подсчет контрольных сумм СКС циклических избыточных кодов, которые впоследствии сравниваются с ранее рассчитанными для выявления факта искажения передаваемых данных (рис. 4); поле «CRC_TEST» указывает на обнаруженную ошибку посредством флагов «true» («истина», «1», данные верны) и «false» («ложь», «0», данные содержат ошибку).

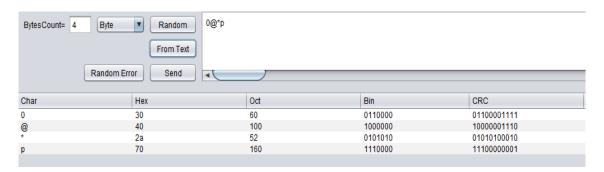


Рис. 3. Пример отправления случайных битов пакета и CRC4

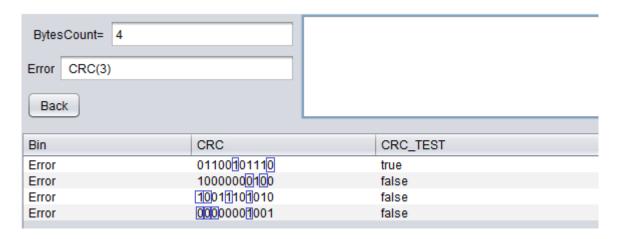


Рис. 4. Пример обнаружения ошибок CRC4

Анализ результатов обнаружения ошибок методом CRC4

CRC-коды обладают высокой достоверностью обнаружения искажений.

Доля P_0 обнаруживаемых искажений не зависит от длины защищаемого массива данных, а определяется только разрядностью R контрольного кода [6]:

$$P_0 = 1 - 2^{-R}$$

Таким образом для CRC4 $P_0=1-2^{-4}=0.9375$. Исходя из того, что разрядность контрольной суммы CRC4 составляет 4 бита, очень высока вероятность возникновения коллизий. Максимально допустимое число комбинаций контрольной суммы $CRC4=2^4=16$.

Для оценки вероятности не обнаружения искаженных битов и выявления факта коллизий был сымитирован процесс передачи данных с ошибочными битами. Результаты имитации приведены на рисунке 5.



Таблица 2

Результат обнаружения ошибок методом CRC4

Nº	Передаваемый символ, char	Шестнадцатеричное представление символа, hex	Восьмеричное представление символа, осt	Бинарное представление символа, bin
Отправлено	0	30	60	01100 0 0 111 1
Получено	2	32	62	01100 1 0 111 0

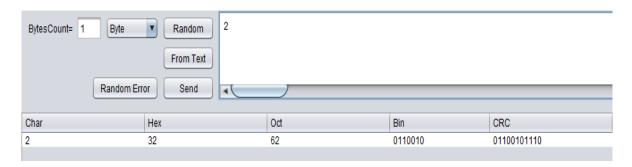
Из таблицы 2 следует, что при передаче символа 0, искажение может возникнуть как в передаваемом символе, так и в самой контрольной сумме, таким образом, что при получении искаженного символа и искаженной контрольной суммы полученный символ будет восприниматься как корректный.

Поскольку в эксперименте участвует 12 бит (8 бит под исходный символ и 4 бита контрольной суммы CRC4), то вероятность искажения отдельного бита определяется по формуле:

$$p=\frac{1}{n}=0.08,$$

где n — число бит, представляющих передаваемые символы.

Вероятность безошибочной передачи всех n бит [7]:



Puc. 5. Пример необнаружения ошибок CRC4



Рис. 6. Результат определения ошибок алгоритмом CRC4





Заключение

В статье рассмотрен способ формирования контрольного суммирования циклического избыточного кода CRC4. Основная проблема со всеми проверками CRC4 состоит в возможном появлении коллизий, если в исходные данные были внесены двукратные или многократные ошибки [16].

Этот факт подтверждается собранной на рисунке 6 статистикой. В силу небольшой избыточности алгоритм рекомендуется использовать для значительной экономии памяти и при малых исходных данных, однако стоит понимать, что вероятность появления коллизии достаточно высока.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ:

- 1. Halsall F. Fifth edition, computer networks and the Internet / F. Halsall. Addison-Wesley: Pearson Education, 2005. P. 803.
- 2. Lin S. and Costello D.J. Jr. Error Control Coding: Fundamentals and Applications. Prentice-Hall, Inc., EnglewoodCliffs, N. J., 1983.
- 3. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. СПб.: Питер, 2008. С. 958.
- 4. Halsall F. Data communications, computer networks and open systems / F. Halsall. Addison-Wesley: Pearson Education, 1996. P. 907.
- 5. Турдиев О.А., Хомоненко А.Д., Гофман М.В. Сравнение моделей вероятного кода числа рпс и циклического избыточного кода сгс. / Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2021. № 4. С. 119–131.
- 6. Turdiev O.A., Smagin V.A., Kustov V.N. Investigation of the computational complexity of the formation of checksums for the cyclic redundancy code Algorithm depending on the width of the generating polynomial / В сборнике: CEUR Workshop Proceedings. Proceedings of Models and Methods of Information Systems Research Workshop 2020. St. Petersburg, 2020. C. 129–135.
- 7. Турдиев О.А., Клименко С.В., Тухтаходжаев А.Б. Оценки эффективности обнаружения ошибок контрольного суммирования (сгс) передаваемых данных. / Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. 2019. № 8. С. 54–58.
- 8. Алиев Р.М. Концепция разработки бесстыковых рельсовых цепей // Интерактивная наука. 2021. № 6. С. 56–57.
- 9. Aliev R. et al. Research the length of the braking distance for speed and high-speed trains on railway sections // International Journal. -2020. -T. 9. -N. 5.
- 10. Aliev R.M., Tokhirov E.T., Aliev M.M. The Mathematical Model of the Sensor for Monitoring the State of the Track Section with Current Receivers // International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). -2020.-T.8.-N9. 5.-C.5634-5637.
- 11. Aliev M. et al. Four-pole rail coefficients of the jointless track circuit in the presence of one of the ends track circuit insulating joints // Chemical Technology, Control and Management. 2019. T. 2019. №. 4. C. 89–92.
- 12. Guliamova M.K., Aliev R.M. Database Concept, Relevance and Expert Systems // Scientific and Educational Areas Under Modern Challenges. 2021. C. 125–127.





- 13. Aliev R. A Rail line model with distributed parameters of track circuit // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2021. T. 1152. №. 1. C. 012018.
- 14. Tashmetov K. et al. Expert system for diagnosing faults railroad switch of automation and telemechanic systems // AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC, 2022. T. 2432. № 1. C. 030083.
- 15. Aliev R., Aliev M. Methods calculation for station tonal rail circuits with current receiver // Transportation Research Procedia. 2022. T. 63. C. 401–411.
- 16. Aliev R.M., Aliev Marat Mukhamedovich, Tokhirov E.T. Improvement Sensors of System Crossing Signalization and Reduction Delays at Level Crossings // Монография / Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2022, С. 110.