

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРІЇ НА ОСНОВІ ІОТ ТЕХНОЛОГІЇ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано дослідження є розробка адаптивного каскадного кодера/декодера з виправленням помилок, який забезпечує для підвищення достовірності передачі повідомлень нерегулярної довжини по цифровим радіоканалах зв'язку систем телеметрії на основі ІоТ технології.

Ключові слова: завадостійкість, телеметрія, іот технологія, цифровий радіоканал.

Abstract

The research carried out is the development of an adaptive cascade encoder / decoder with error correction, which provides for increasing the reliability of the transmission of irregular length messages over digital radio communication channels of telemetry systems based on IOT technology.

Keywords: noise immunity, telemetry, iot technology, digital radio channel.

Вступ

Сьогодні в світі постійно зростають обсяги інформації в усіх галузях діяльності. Системи телеметрії забезпечують отримання, перетворення, передачу по каналу зв'язку, прийом, обробку та реєстрацію вимірювальної інформації та інформації про події з метою дистанційного контролю стану і функціонування контрольованих об'єктів.

Далеко не завжди є можливість зв'язати диспетчерський центр (ДЦ) з об'єктом контролю (ОБ) кабельним каналом, оскільки, зазвичай це вимагає значних фінансових витрат. Актуальним завданням є організація надійного цифрового радіоканалу передачі даних. В даний час завдання забезпечення достовірності передачі інформації все частіше вирішується застосуванням завадостійкого кодування, яке представляє собою клас перетворень сигналу, що виконуються для підвищення якості зв'язку. Роботи таких вчених як Фано Р.М., Форне Г.Д., Омура Д.К., Вітербі А.Д., Берлекемпа Е.Р., Хемінг Р.У., Боуз Р.Ч., Рей Чоудхурі Д.К., Хоквінгем А.М., Голей М.Д., Рід І.С., Соломон Г.М., Нордстром К.А., Робінсон Д.М., Зубарев Ю.Б., Золотарьов В.В., Овечкін Г.В. і багатьох інших сформували і розвинули теорію завадостійкого кодування [1-4]. Однак проблема вибору виду кодування для конкретного каналу передачі інформації поки не вирішена.

Метою даної роботи є дослідження є розробка адаптивного каскадного кодера/декодера з виправленням помилок для підвищення достовірності передачі повідомлень нерегулярної довжини по цифровим радіоканалах зв'язку систем телеметрії.

Поставлена мета досягається вирішенням наступних завдань:

1. Аналіз методів завадостійкого кодування-декодування з подальшим вибором виду кодування.
2. Синтез алгоритмів кодування-декодування і розробка відповідного програмного забезпечення.
3. Проведення теоретичних і експериментальних досліджень ефективності кодера/декодера при наявності в каналі зв'язку незалежних помилок та пакетів помилок.
4. Практичні дослідження ефективності роботи програмного кодера-декодера в розробленому програмно-апаратному комплексі.

Основна частина

Радіоканал зв'язку ДЦ і КО є слабкою ланкою систем телеметрії, оскільки саме в ньому передаються сигнали схильні до спотворень і загасання через негативний вплив численних факторів. Перешкоди і завмирання знижують достовірність передачі інформації. Підвищення достовірності, переданої по каналу зв'язку інформації можна організувати різними способами, наприклад збільшенням потужності передавача, підвищенням чутливості приймача, збільшенням підсилення антен. Реалізація наведених способів зазвичай вимагає значних матеріальних витрат, а головне, не забезпечує підвищення достовірності передаваної інформації при частотно-селективних завмираннях.

У процесі кодування відбувається перетворення послідовності даних в нову, «поліпшену послідовність», що має надлишкові символи. Надлишкові розряди служать для визначення і виправлення помилок. Застосування каскадного кодування, при якому кодування здійснюється в два рівня (зовнішнім і внутрішнім кодом) додатково підвищує достовірність передачі інформації. Кількість надлишкових бітів (ступінь кодування) логічно змінювати в залежності від кількості помилок в каналі, тобто використовувати адаптивне кодування [2].

Наукова новизна одержаних результатів полягає в дослідженні нових методів, алгоритмів і пристроїв, що підвищують стійкість цифрового лінійного тракту системи телеметрії.

Системи телеметрії створюються з метою вирішення двох наступних завдань: централізований оперативний контроль з диспетчерського центру за процесами, що відбуваються на контрольованих об'єктах, та керування цими процесами.

Впровадження системи телеметрії вимагає певних фінансових і часових витрат. Як правило, це виправдовують позитивні ефекти від впровадження системи телеметрії. Особливо слід відзначити, що в деяких випадках така система повністю окупає себе, якщо за її допомогою була попереджена всього одна аварія.

Побудова ЛСТ з використанням радіомодемів має ряд переваг, наприклад: відсутність провідного з'єднання, незалежність від оператора стільникового зв'язку.

Джерелом завад в ідеальному каналі є власний тепловий шум, приймача. Додатковими джерелами втрат в реальному радіоканалі є завмирання, природні та штучні джерела шуму і перешкоди, негативний вплив яких часто виявляється більш значним, ніж тепловий шум приймача. Є три основні варіанти топологічної структури ЛСТ (радіальна, магістральна, ланцюгова) і п'ять основних способів організації множинного доступу (з частотним, часовим, кодовим, просторовим і поляризаційним поділом каналів).

Для демонстрації можливостей програмного кодера/декодера найбільш доступним є варіант побудови системи передачі даних на базі персональної ЕОМ з підключеним радіомодемом. Для ЛСТ використовується радіоканал для передачі даних. При цьому є висока ймовірність появи як незалежних помилок, так і пакетів помилок. Застосування найпростіших двійкових кодів таких коди Хемінга тут не має сенсу навіть при перезаписах, адже повторна посилка з високою частотою ймовірності буде також містити помилки. Такі коди замість виправлення помилок вноситимуть нові. Двійкові коди БЧХ зможуть успішніше вирішити проблему збільшеної ймовірності появи незалежних помилок, однак і вони з пакетами помилок ефективно не справляються.

Вирішення задач боротьби з пакетами помилок під силу недвійковим кодам Ріда-Соломона (РС). Код РС не спотворюється помилками всередині m -бітового символу. Коду РС все одно скільки біт пошкоджено в символі, - 1 або m . Для більшої ефективності будемо використовувати код РС в якості зовнішнього коду в каскаді з внутрішнім двійковим кодом. Різновид двійкового коду, що застосовується в каскаді доцільно змінювати згідно параметрів контролю (кількість помилок, перезапитів).

Розглянутий код РС ($n = 9$; $k = 5$) одне кодове слово якого складається з 72 біт зручно з'єднувати в каскад як з кодом Хемінга ($n = 7$; $k = 4$), так і з кодом Голя. У першому випадку утворюється 18 інформаційних слів для коду Хемінга. У другому випадку утворюється 6 інформаційних слів для коду Голя.

Розрахунки показали, що каскадний код здатний ефективно коригувати як одиночні помилки, так і пакети помилок [1, 2].

Практична значимість роботи полягає в наступному:

1). Розглянутий код з виправленням помилок (в залежності від обраної конфігурації) забезпечує виправлення пакетів помилок до 94 біт.

2). Застосування запропонованого програмного кодера-декодера знижує ймовірність появи помилкового біта, що відповідає виграшу в величині E_b/N_0 на 2,5 дБ.

3). Розглянутий програмний кодер-декодер може застосовуватися в різноманітних системах телеметрії і ретрансляції повідомлень.

Висновки

Досліджено ефективність роботи кодера-декодера РС при наявності в каналі пакетів помилок. При розмірі пакета помилок менше 10 біт, декодер завжди проводить правильне декодування. Правильне декодування можливо з певною ймовірністю при розмірі пакета помилок від 10 до 48 біт.

Досліджено ефективність роботи кодера-декодера РС + Х при наявності в каналі пакетів помилок. При розмірі пакета помилок менше 18 біт, декодер завжди проводить правильне декодування. Правильне декодування можливо з певною ймовірністю при розмірі пакета помилок від 18 до 86 біт.

Досліджено ефективність роботи кодера-декодера РС + Г при наявності в каналі пакетів помилок. При розмірі пакета помилок менше 8 біт, декодер завжди проводить правильне декодування. Достовірне декодування можливо з певною ймовірністю при розмірі пакета помилок від 8 до 92 біт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Альшрайдех А.М., Гомес Ж.Л., Самойлов С.А., Сидоренко А.А. Исследование «мягкого» декодирования кода Рида-Соломона / Проектирование и технология электронных средств. – 2014, №1. – С. 8-11.

2. Самойлов А.Г., Сидоренко А.А. Применения кодов РС в каскаде с двоичными кодами с целью повышения эффективности борьбы с независимыми ошибками / Проектирование и технология электронных средств. – 2014, №3. – С. 2-7.

3. Золотарёв В.В., Овечкин Г.В., Зубарев Ю.Б., Левин В.К. Многопороговые декодеры и оптимизационная теория кодирования. – М.: Горячая линия - Телеком, 2012. – 239 с. 90. Волков А.А., Карпова Г.В., Журавлев О.Е. Повышение помехоустойчивости радиосвязи / А.А. Волков, Г.В. Карпова, О.Е. Журавлев// Мир транспорта. – 2012. - №3. – С. 31-33.

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskiy@gmail.com

Мельничук Ольга Іванівна – студент групи ТКС-18м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tkp14b.melnychuk@gmail.com

Реаскос Трухільйо Марко Себастьян – студент групи ТТК-17м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: chevada_12_comil@hotmail.com

Vasyilkivskiy Mikola V. – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskiy@gmail.com.

Melnychuk Olga I. – student group TKS-18m, Faculty of Informatics, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tkp14b.melnychuk@gmail.com

Reascos Trujillo Marco Sebastian – student group ТТК – 18т, Faculty of Informatics, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: chevada_12_comil@hotmail.com