

УДК 621.391

Козленко М. І., канд. техн. наук., доцент

(Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника)

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОГО КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ ТЕЛЕМЕТРИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ АВТОНОМНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА

Вступ і постановка задачі. Існує значна кількість застосувань, що вимагають надійної передачі даних, живучості систем в складних умовах при дії інтенсивних завад природного, техногенного та іншого походження за низьких відношень сигнал/шум з відстанями порядку одиниць або десятків кілометрів. Зокрема це системи передачі та опрацювання телеметричної інформації від автономних мобільних роботів де вимоги щодо швидкості обміну даними, як правило, можуть бути знижені до величин порядку сотень або тисяч біт/с.

Умовою створення якісних розподілених систем передачі та опрацювання телеметричної інформації є побудова простих та надійних бездротових засобів обміну даними. Найчастіше задачі створення згаданих систем вирішуються шляхом побудови традиційних каналів обміну даними, у яких застосовуються прості гармонійні сигнали-носії з малою базою, модульовані чи маніпульовані у відповідності до вихідного повідомлення.

Проте не завжди такий підхід задовольняє сучасним вимогам, зокрема, за такими показниками як надійність, простота апаратної реалізації, стабільність характеристик, можливість обміну даними при малих відношеннях сигнал/шум тощо. Одним з перспективних шляхів розвитку обміну даними є використання сигналів з великою базою, зокрема, з розширеним спектром, що може стати основою забезпечення надійності функціонування каналоутворюючого обладнання та високої стабільності характеристик інформаційних систем в експлуатаційних умовах.

Необхідність організації надійного обміну даними у розподілених системах оброблення телеметричної інформації зумовлює практичне завдання по створенню простих, надійних та недорогих каналоутворюючих пристроїв. Результативне вирішення цього завдання можливе за умови успішного розв'язання наукових проблем створення та розвитку нових ефективних методів передавання та приймання інформації, зокрема, способів формування та обробки широкосмугових сигналів.

Під час функціонування автономного мобільного робота існує необхідність в дистанційному контролі його параметрів. Зокрема, бажано вчасно отримувати

інформацію про координати поточного місцезнаходження, швидкість, параметри та налаштування системи інерціальної навігації, коди помилок, показники датчиків, стан елементів живлення та інші важливі параметри. Отже, існує потреба у простих та надійних методах та засобах передачі та приймання телеметричної інформації, що відрізняються підвищеною надійністю та живучістю для застосування у мобільній робототехніці.

Основна частина. Відносно невеликі обсяги інформації, що передається та незначні вимоги щодо швидкості передачі дозволяють використати звичайний послідовний інтерфейс для реалізації обміну даними. Такий підхід має низку суттєвих переваг, зокрема, в багатьох мікроконтролерах послідовний інтерфейс реалізований апаратно. Проте, просто передавати сигнали послідовного інтерфейсу за допомогою широко розповсюджених простих приймально-передавальних пристроїв з прийнятною надійністю як правило неможливо через низку проблем. Однією них є складності з синхронізацією. Іншою суттєвою проблемою є шум приймача при відсутності активності передавача.

Для вирішення поставленої задачі автором розроблено стек протоколів для реалізації передачі телеметрії автономного мобільного робота, що на прикладному рівні забезпечує повну прозорість для будь-яких даних.

На мережному рівні забезпечується адресація джерел та одержувачів інформації та шляхи ретрансляції та маршрутизації що відкриває можливість організації взаємодії автономних роботів між собою.

На каналному рівні реалізовано контроль цілісності фреймів, що передаються. Контроль цілісності реалізовано за допомогою контрольної послідовності, що обчислюється за допомогою циклічного надлишкового коду. Передбачено формування преамбули для забезпечення синхронізації, а також маркерів початку і кінця фреймів.

Фізичний рівень реалізовано на основі готових радіомодулів виробництва КНР, що працюють в ISM діапазоні 433,92 МГц. Пристрої було модернізовано, таким чином, що стала можливою аналогова модуляція вихідного сигналу.

Формування сигналів фізичного рівня здійснюється у два етапи. На першому формується шумоподібний сигнал (ШПС) з керованою ентропією [1]. Суть методу полягає у формуванні випадкового широкосмугового сигналу-носія, таким чином, що його ентропія розподілу ймовірностей амплітудних значень або станів, якщо сигнал дискретний, поставлена у відповідність до символів інформаційного повідомлення. Для випадку двійкового базису сигналу повідомлення, це відбувається в спосіб, коли один з дискретних символів, наприклад, "1", представлено випадковим сигналом з певним значенням ентропії, а другий, відповідно, "0", випадковим сигналом з іншим значенням ентропії. На другому етапі сформований ШПС переноситься на несучу частоту.

Проведені дослідження показали, що застосування ШПС з керованою ентропією забезпечує прийнятну здатність розрізнення не тільки двійкових інформаційних символів але й відсутність сигналу. Нагадаємо, що при відсутності захоплення несучої частоти на виході демодулятора радіомодуля спостерігається хаотичний шум.

Телекомунікаційні пристрої побудовані на базі мікроконтролерів STM32, де програмним шляхом реалізується первинне опрацювання інформації, стек високорівневих протоколів та формування та опрацювання широкосмугових сигналів фізичного рівня з керованою ентропією. Формування випадкового ШПС здійснюється програмним шляхом на основі програмного генератора випадкових чисел. Оцінка ентропії при демодуляції сигналів здійснюється за швидким алгоритмом на основі Look Up Table. Телекомунікаційний пристрій має можливість отримання інформації з 8 аналогових входів (12 біт, до 2 Msps), 12 цифрових входів, аналогового компаратора, UART, I²C, SPI інтерфейсів. Таким чином забезпечується знімання інформації як безпосередньо з сенсорів автономного робота, наприклад, напруга батареї живлення, так і взаємодія з головним та допоміжними контролерами. Можливість роботи безпосередньо з сенсорами дозволяє розвантажити тракт передачі даних між основним контролером робота і телекомунікаційним контролером.

Приймальний пристрій з'єднаний з комп'ютером. Високорівневе програмне забезпечення для ПК реалізовано у вигляді додатку з веб-інтерфейсом.

Результати, висновки і рекомендації. Отже, реалізовано систему передачі телеметричної інформації для застосування у мобільній робототехніці. Використання шумоподібних сигналів з керованою ентропією показало свою доцільність для цієї цілі. Основними напрямками подальшого дослідження є вдосконалення процедури демодуляції сигналів, з метою мінімізації ймовірності помилок, розробка ефективних способів кодового розділення для реалізації множинного доступу до каналу, що забезпечить можливість паралельного обміну даними багатьох мобільних роботів між собою, вдосконалення методології реалізації бітової синхронізації тощо.

Література

1. Козленко М. І. Завадостійкість передавання та приймання інформації на основі широкосмугових сигналів з керованою ентропією / М. І. Козленко // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2012. – № 2 (22). – 2012. – С. 38 – 47.