

УДК 004.772

К.т.н., доцент Орлова М.М., магістрант Сергієнко Д.С.

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУ В МЕРЕЖАХ IPTV

Abstract

*Mariia M. Orlova, assoc. prof., PhD; Dariia Sergiienko, student
The ways of Antinoise coding using in the IPTV systems.*

This paper describes algorithm Antinoise coding information and implementations of the modified algorithm, which enable to reduce amount of lost packets and delay data in the transfer TV-signals in the IPTV systems.

Вступ

IPTV (Internet Protocol Television) - цифрова технологія багатопрограмного інтерактивного мовлення телевізійного сигналу в мережах з комутацією пакетів.

Мережі IPTV представляють собою систему технічних засобів передачі даних (які звичайно отримуються від супутників), переважно в форматах MPEG2/MPEG4 (Moving Picture Experts Group) з транспортної мережі провайдера, з подальшим переглядом на комп'ютері або спеціальній телеприставці (Set-Top Box). Як і в будь-якій системі передачі даних, в комп'ютерних мережах існують перешкоди, шуми, що призводять до втрат і пошкодження даних. Для боротьби з перешкодами в системах передачі даних застосовується завадостійке кодування.

Постановка задачі

Метою даної роботи є дослідження та аналіз алгоритмів завадостійкого кодування інформації, що передається, та розробка модифікованого алгоритму, який дозволяє зменшити кількість втрачених пакетів і затримку даних при потоковій передачі TV-сигналів в IPTV.

Задача та її актуальність

Мережі IP є мережами пакетної передачі даних. Однією з актуальних

проблем в IPTV є проблема втрати пакетів мультимедійних даних при потоковому телемовленні в режимі реального часу. Для потокової передачі TV-сигналу через мережі IP використовуються протоколи стеку IP з негарантованою доставкою: UDP (User Datagram Protocol) та RTP (Real-time Transport Protocol). Використання даних протоколів обумовлено необхідністю доставки пакетів з якомога меншою затримкою для відтворення відео та аудіо. Однак, через перевантаження комутаторів, затримки і перешкоди в мережах IP втрачаються пакети. Такий тип помилки називають «стиранням». Втрати пакетів в IPTV призводять до погіршення якості сприйняття відео, часткового або повного зникнення звуку.

Задача завадостійкого кодування полягає в захисті цифрових даних від помилок, які з'являються в процесі передачі по каналах зв'язку. Основним засобом забезпечення високої завадостійкості каналу є введення надлишковості, необхідної для виявлення та виправлення помилок, що виникають при роботі системи.

Розробка завадостійких кодів для IPTV ускладнена тим, що код повинен відповідати одразу декільком вимогам, які суперечать одна іншій, і потребує:

- відновлення даних у разі втрати пакетів, при цьому завадостійкий код повинен бути корегуючим, тобто не вимагати наявності каналу зворотного зв'язку між джерелом і одержувачем, оскільки запит і повторна передача пакетів в системах потокового цифрового телемовлення неможлива;
- забезпечення регульованої гнучкої схеми кодування, в залежності від ступеня зашумленості каналу передачі та умов прийому потоку мультимедійних даних;
- забезпечення якомога меншої кінцевої затримки даних TV-сигналу (end-to-end delay) в ланцюгу «передавач - приймач».

Даним вимогам відповідає стираючий код Лабі Трансформ (ЛТ) [1], який було названо на честь вченого М.Лабі. Відмінність коду ЛТ від завадостійкого коду полягає в тому, що завадостійкий код потрібен для захисту цифрових даних від помилок, що з'являються в процесі передачі даних по каналах зв'язку, а ЛТ код корегує втрати пакетів.

Кодові символи у стираючих кодах генеруються як результат операції «виключне або» (XOR) над K символами початкової послідовності. Величину K називають ступенем кодового символу. Дана величина може приймати значення від 1 до деякого максимального значення G . Для генерації деякого i -го кодового символу використані символи початкової послідовності.

Процес генерації кодових символів для коду ЛТ полягає у наступному:

- випадковим чином вибирається ступінь K кодового символу, використовуючи щільність розподілу $p(K)$;
- після цього випадковим чином вибираються K різних символів початкової послідовності в якості сусідів кодового символу;
- значення кодового символу задається таким чином, щоб воно дорівнювало результату операції XOR над K обраними сусідами.

Проблемою використання кодів ЛТ в мережах IPTV є велика затримка TV-сигналу при передачі, що викликана необхідністю буферизації великої кількості вихідних пакетів, оскільки ЛТ ефективний лише для великої кількості вихідних символів (5000 - 10000) [3].

Вирішення задачі

Враховуючі всі зазначені зауваження було розроблено стираючий код НВСК (Невипадковий Стираючий Код). Він дозволяє враховувати при кодуванні пріоритет початкових інформаційних пакетів, що забезпечує надійну доставку. Кількість кодових пакетів для НВСК може бути необмеженою, але для прикладу будемо використовувати обмеження конкретною величиною N . Величина N визначається виходячи з максимально дозведеного надлишку кодових пакетів щодо числа K символів початкової послідовності як, $N = K \cdot \beta$, де β наближається до 1.

В алгоритмі НВСК використовується кілька типів пакетів: кодові (в тому числі перевірочні), які представляють собою закодовану, основну інформацію, що передається; додаткові пакети містять додаткову інформацію (наприклад, пріоритет пакета); TS пакети (Transport Stream транспортні) - базова одиниця транспортного потоку; відновленні - це пакети, які були відновленні після пошкодження; надлишкові - це пакети, які містять надлишкові дані, які компенсують втрату пакетів [3].

Для визначення кількості пакетів з тим або іншим ступенем код НВСК використовує розподіл $\mu(d)$. Проте, розподіл пакетів по ступеням модифіковано шляхом введення додаткових перевірочних пакетів для опорних пакетів. Позначимо модифікований розподіл $\mu'(d)$. При кодуванні НВСК використовується три пріоритети пакетів, які описують різні типи даних. Додаткові пакети генеруються окремо для найбільш пріоритетних даних, закодованих як кодові пакети зі ступенем 1, і для пакетів з більш низьким пріоритетом, взятих в якості початкового блоку для кодування, зі ступенем 2, 3. Ступінь перевірочних кодових пакетів позначається $n(d_i)$, де $n(d_i) = \mu'(d_i)N$. Кількість пакетів з даним ступенем визначається через допустиму кількість надлишкових пакетів $V = N - K$

Коди H.264 корегують більше помилок за коди H.263, оскільки для H.263 при перевищенні рівня PLR (Packet Loss Ratio) виникає зниження кількості відновлених пакетів. За допомогою кодів H.264 можна досягти такої ж високої ефективності відновлення даних, як і з допомогою H.263, але за рахунок великого надлишку пакетів, що збільшить навантаження на мережу передачі даних.

H.264 відновлює дані при кодуванні коротких інформаційних послідовностей. Це дозволяє знизити затримку даних в ланцюгу «передавач - приймач» і більш економно використовувати канал передачі.

Використання алгоритму H.264 потребує змін тільки в програмних засобах IPTV.

Архітектура IPTV з використанням H.264

У запропонованій архітектурі кодування стираючим кодом H.264 виконується на рівні транспортного потоку MPEG-2 TS (MPEG-2 Transport Stream).

На рис. 1 зображено архітектуру IPTV з використанням H.264, де важливу роль, крім кодера H.264, має мультиплексор, який здійснює розбір вхідних аудіо і відео потоків, тобто генерацію транспортного потоку MPEG-2 TS, а також забезпечення додаткової службової інформації про вміст кожного пакету в MPEG-2 TS для кодера H.264, що є особливістю даної архітектури. Зображена схема знаходиться на вході та на виході мережі IPTV (у приймача та передавача).

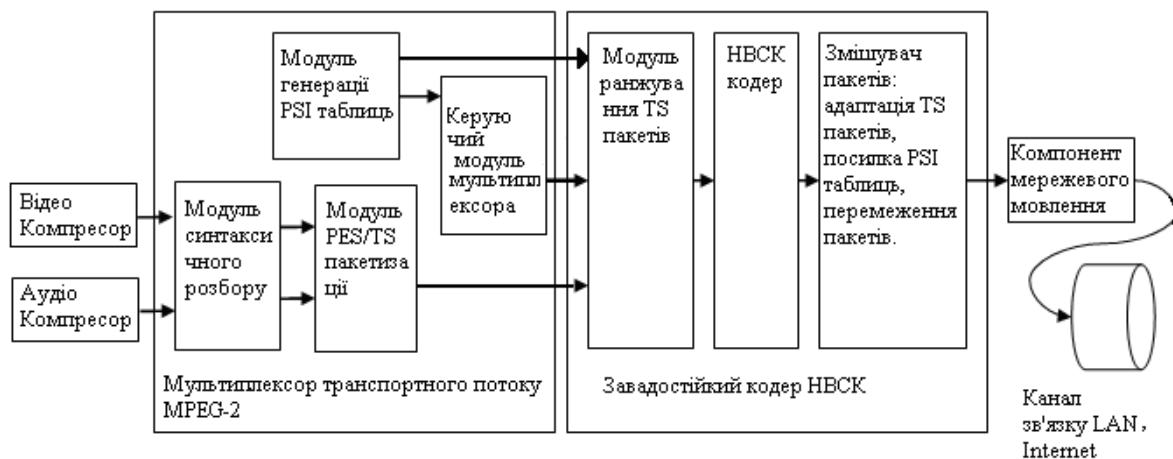


Рис. 1. Архітектура IPTV з використанням H.264

Транспортні пакети містять дані різних типів: службову інформацію, аудіо та відео дані. Для передачі TV-потoku найбільше використання знаходять стандарти MPEG-2 та MPEG-4, в яких задіюються кадри трьох

основних типів: I-кадри (Intra pictures), P-кадри (Predicted pictures) і B-кадри (Bi-predictive pictures). I-кадри (також називаються «опорними»).

Крім кодера НВСК важливою відмінністю даної архітектури є наявність модуля ранжування транспортних пакетів. Модуль ранжування призначає пріоритет TS пакетам на основі допоміжної інформації про тип вмісту пакетів, що забезпечується модулем синтаксичного розбору. Перший пріоритет мають пакети з аудіо та відео (в яке входять I-кадри) даними. Другий пріоритет мають P-кадри відео. Третій пріоритет – B-кадри відео. При кодуванні НВСК пріоритет пакетів співпадає з їх ступенем. Пріоритет використовується для того, щоб важливі пакети (зі ступенем 1) втрачалися у меншій кількості. За рахунок цього рангування пакетів підвищує ефективність завадостійкого кодування для зменшення впливу втрат пакетів на якість передачі даних в IPTV.

Змішувач відповідає за індексацію кодових пакетів з різним ступенем для запобігання втрати великої кількості пакетів зі ступенем 1 і відновлення приймачем порядку їх передачі. Тобто змішення - це процес перестановки пакетів у певній послідовності. Для НВСК послідовність визначається ступенем кодового пакету.

На стороні приймача відбуваються зворотні дії декодування НВСК, демультимплексування транспортного потоку, декомпресія відео та аудіо даних, і відтворення мультимедіа.

Висновок

Втрата пакетів при передачі мультимедійних даних в мережах IPTV є актуальною технічною задачею в наш час. Для її вирішення використовують завадостійке кодування, що захищає цифрові дані від помилок, які з'являються в процесі передачі по каналах зв'язку. У даній роботі описано стираючий код НВСК, який забезпечує відновлення даних при малих довжинах початкової інформаційної послідовності, що обумовлює можливість їх застосування в системах IPTV.

При використанні коду НВСК відбувається присвоєння пріоритетів кожному типу пакетів (при тому, що в НВСК пріоритет пакетів співпадає зі ступенем), що забезпечує надійну доставку. За рахунок цього покращується якість передачі даних і зменшується затримка при передачі. Але, при використанні НВСК в мережах IPTV виникає буферизація мультимедійних даних, що викликає затримку в ланцюгу "передавач - приймач".

Використання коду НВСК в мережах IPTV потребує деяких змін в архітектурі мережі, які було описано у даній роботі.

Література

1. *Блейхут Р.* Теория и практика кодов, контролирующих ошибки // Пер. с англ. - М.Мир, 1986. – С. 576.
2. *Бородин Л.Ф.* Введение в теорию помехоустойчивого кодирования // Монография - М.Советское радио, 1968. – С. 263.
3. *Шинкаренко К.В.* Применение стирающих кодов в системах цифрового телевидения. // Сб. науч. докл. 15-й Всероссийской науч.-техн. конф. «Микроэлектроника и информатика-2008». - Москва. - 2008. - С. 248.