

АЛГОРИТМ МЕРЕЖЕВОГО КОДУВАННЯ ДАНИХ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ ЗАЛИШКОВИХ КЛАСІВ

Яцків В.В.¹⁾, Матіїшин Ю.С.²⁾, Крушельницький О.І.³⁾

Тернопільський національний економічний університет

¹⁾ к.т.н., доцент; ^{2,3)} студент

I. Постановка задачі

Мережеве кодування стає потенційно важливим підходом до підвищення ефективності роботи безпроводних комп'ютерних мереж. Особливо дана технологія актуальна для використання в безпроводних сенсорних мережах, які характеризуються обмеженою пропускною здатністю. Основна перевага мережевого кодування пов'язана із збільшенням пропускної здатності мережі за рахунок об'єднання пакетів даних. Незважаючи на значний потенціал мережевого кодування, для його широкого впровадження в існуючі мережі необхідно вирішити ще ряд задач. Основною з яких є модифікація апаратно-програмного забезпечення для використання мережевого кодування в існуючих комп'ютерних системах та мережах [1]. Існуючі методи та алгоритми мережевого кодування базуються на арифметиці в полі Галуа, що потребує для їх реалізації значних обчислювальних ресурсів, відповідно, обмежує їх використання в мережах з обмеженими апаратними ресурсами до яких належать безпроводні сенсорні мережі. Отже, актуальною задачею є розробка та дослідження методів мережевого кодування в інших теоретико-часових базисах, зокрема в базисі Крестенсона [2, 3].

II. Мета роботи

Метою роботи є розробка алгоритму мережевого кодування даних на основі системи залишкових класів.

III. Мережеве кодування в системі залишкових класів

Розглянемо топологію мережі «Метелик» (рис.1), де a, b, c, d, f і g – вузли мережі, $X1$ і $X2$ – повідомлення, які необхідно передати. Лінії з'єднання між вузлами означають наявність каналу зв'язку між даними вузлами. Припустимо, що необхідно передати повідомлення $X1$ і $X2$ вузлам f і g (рис.1).

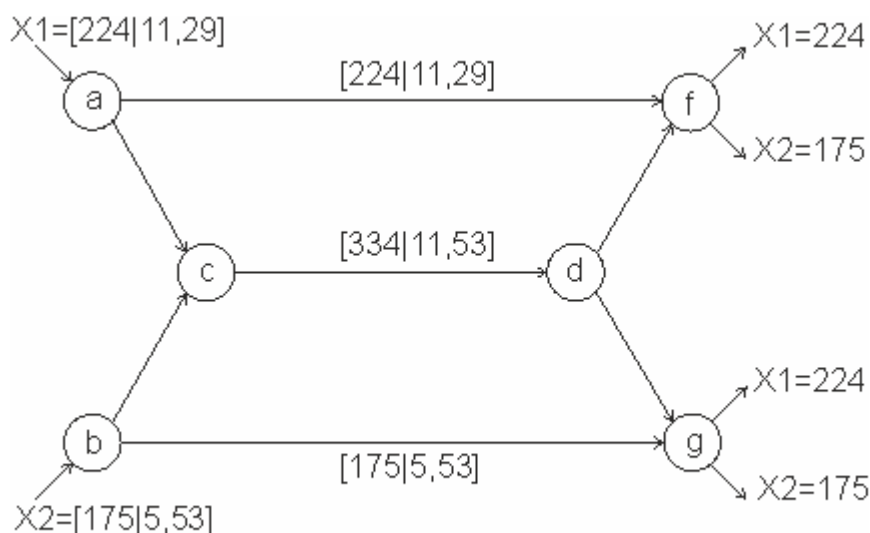


Рисунок 1 – Приклад мережевого кодування в системі залишкових класів

Вибираємо взаємно прості модулі для вузла a : $p_{a1} = 11$, $p_{a2} = 29$, для вузла b : $p_{b1} = 5$, $p_{b2} = 53$. Модулі вибираємо з умови, що їх добуток повинен бути більший за 256.

У вузлах c, f і g дані об'єднуються за формулою

$$N = \left(\sum_{i=1}^n b_i \cdot B_i \right) \bmod R, \quad (1)$$

де b_i - залишок по модулю p_i , B_i - базисні числа.

Базисні числа B_i знаходимо за формулою:

$$B_i = \frac{R}{p_i} \cdot m_i \equiv 1 \pmod{p_i},$$

де $0 < m_i < p_i$, $R = \prod_{i=1}^n p_i$, n - кількість модулів. Для вибраних модулів $R = 84535$.

Для вибраних модулів базисні числа рівні: $B_1 = 61480$, $B_2 = 5830$, $B_3 = 50721$, $B_4 = 51040$.

У вузлі c формується залишок по модулях $p_{a1} = 11$ і $p_{b2} = 53$, який передається на вузол d . Вузол d ретранслює отримані дані вузлам f і g . При цьому обсяг об'єднаних даних зменшується, так як вузол мережі c передає тільки залишок від об'єднаних пакетів по модулях $(11, 53)$, який обчислюється за формулою.

$$b_i = X - \left[\frac{X}{p_i} \right] \cdot p_i, \quad (2)$$

де $[\bullet]$ - заокруглення до меншого цілого; X - повідомлення.

У вузлах f і g відбувається об'єднання даних за формулою (1) і відновлення початкових повідомлень $X1$ і $X2$ за формулою (2).

Для передачі повідомлень $X1$ і $X2$ без використання мережевого кодування протокол передачі має вигляд (рис.1):

- | | |
|---|---|
| – передача повідомлення $X1$ вузлам f і g ; | – передача повідомлення $X2$ вузлам f і g . |
| 1. $X1: a \rightarrow f; a \rightarrow c$; | 4. $X2: b \rightarrow g; b \rightarrow c$; |
| 2. $X1: c \rightarrow d$; | 5. $X2: c \rightarrow d$; |
| 3. $X1: d \rightarrow g$; | 6. $X2: d \rightarrow f$. |

З використанням мережевого кодування в системі залишкових класів протокол передачі має вигляд (передача повідомлення $X1$ і $X2$ вузлам f і g):

- | | |
|---|---|
| 1. $X1: a \rightarrow f; a \rightarrow c$; | 3. $X1 \cup X2: c \rightarrow d$; |
| 2. $X2: b \rightarrow g; b \rightarrow c$; | 4. $X1 \cup X2: d \rightarrow f; d \rightarrow g$. |

При використанні мережевого кодування замість шести пакетів необхідно передати тільки чотири пакети даних.

Висновок

Використання мережевого кодування на основі системі залишкових класів забезпечує зменшення кількості пакетів та обсягу даних, що передаються і відповідно підвищує ефективність роботи мережі.

Список використаних джерел

- Sundararajan, Jay Kumar, et al. Network coding meets TCP. In: *INFOCOM 2009, IEEE*. IEEE, 2009. p. 280-288.
- Yatskiv V. The network coding based on residue number system in wireless sensor networks / Vasyl Yatskiv, Su Jun // International Conference on Information Technology and Management Engineering (ITME-2011) 23-25 September 2011, China. – p. 27-30.
- Яцків В.В. Мережне кодування в базисі Крестенсона / Яцків В.В., Су Цзюнь, Дорош В.І. // Поступ в науку. Збірник наукових праць Бучацького інституту менеджменту і аудиту. – Бучач. – 2011, №7. – С.187 – 190.
- Zhang Zhifang. Network Coding Based on Chinese Remainder Theorem. *arXiv preprint arXiv:1208.3966*, 2012.

УДК 004.75