

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ИСПРАВЛЕНИЯ СТИРАНИЙ В ЦИКЛИЧЕСКИХ КОДАХ

Большинство известных помехоустойчивых кодов разрабатывались для очень простых моделей каналов и одного вида ошибок – инверсий значений разрядов кодового вектора. В реальных каналах могут возникать и другие виды искажений – стирания отдельных разрядов, выпадания символов, причем могут присутствовать одновременно различные виды ошибок.

В работе рассматривается расширенная модель ошибок, включающая ошибки вида инверсий и стираний отдельных разрядов. Для циклического (n, k) -кода разряды кодового вектора Z_{err} , полученного из канала связи со стираниями могут принимать значения из множества $M_x = \{0, 1, x_i, \bar{x}_i\}$, $x_i \in \{0, 1\}$, $(i = 1 \div n - k)$. Показано, что алгебраическая структура для элементов со значениями из множества M_x и соответствующими операциями сложения и умножения образует коммутативное кольцо. Предлагается описание циклических кодов над коммутативным кольцом с помощью специального класса конечных автоматов – линейных последовательностных машин (ЛПМ) [1]. С использованием математического аппарата ЛПМ процесс кодирования и декодирования состоит в рекурсивном вычислении очередных состояний ЛПМ в соответствии с заданными параметрами функции переходов автомата. В результате декодирования кодового вектора с ошибками Z_{err} будет получено некоторое ненулевое состояние – синдром ошибок $S_{err}(n)$.

С учетом возможности наличия в кодовом векторе искажений различной природы можно получить три варианта синдрома ошибок $S_{err}(n)$ [2]:

- синдром ошибки, содержащий в разрядах одну или несколько единиц, а в остальных разрядах нули (соответствует наличию только ошибок вида инверсии);
- синдром ошибки, содержащий среди нулевых разрядов только неопределенные значения x или \bar{x} , (соответствует наличию только ошибок вида стирания);
- синдром ошибки, содержащий в разрядах одновременно единицы и значения x или \bar{x} (соответствует наличию только ошибок вида инверсии и стирания).

При наличии в кодовом в кодовом векторе Z_{err} только ошибок вида инверсий отдельных разрядов выполняются соответствующие алгоритмы исправления такого вида ошибок, предложенные в [3].

При наличии в кодовом в кодовом векторе Z_{err} ошибок вида стираний в количестве не более r ($r = n - k$) вначале составляется система из r линейных алгебраических уравнений. Далее переменная x_i уравнения интерпретируется как i -я булева переменная в булевой алгебре кубических функций и j -е уравнение представляется как набор кубов кубического покрытия D_j в этой алгебре. Корнями указанного уравнения являются кубы, полученные в результате взаимного пересечения всех кубических покрытий.

Достоинством кубического представления кодовых данных является возможность одновременного выполнения операции пересечения операндов различных кубов, что позволяет реализовать их параллельную обработку на матрично-конвейерных (систолических) вычислителях [4]. Параллельная обработка данных может быть также использована и при поиске ошибок вида инверсий [3].

Список літератури: 1. Гилл А. Линейные последовательностные машины: Пер. с англ. / – М.: Наука, 1974. – 288 с. 2. Семеренко В.П., Милецкий В.В. Алгебраические методы декодирования циклических кодов для канала связи со стираниями. // Матеріали міжнародної конф. “Інтернет-Освіта-Наука” (2004), Вінниця, 5-9 жовтня 2004. – С. 680-683. 3. Семеренко В.П. Высокопроизводительные алгоритмы для исправления независимых ошибок в циклических кодах // Системи обробки інформації. – 2010. – випуск 3. С. 80-89. 4. Семеренко В.П. Систолическая реализация конечных автоматов // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2007. – № 2. – С. 154-162.