

УДК 519.725

ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ ДЕКОДИРОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКИХ КОДОВ

К. т. н. Ю. Д. Иванов, И. Н. Николов, Б. В. Лозка

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
massabo34@gmail.com

Приводятся основные положения обобщенного алгоритма декодирования СЛК, в основе которого лежит метод совершенной матричной расстановки вершин n -мерного куба для адекватного представления и преобразования булевых функций, который позволяет восстановить данные, искаженные при их передаче в дискретных каналах как с независимыми, так и с пакетными ошибками.

Ключевые слова: структурно-логические коды, булевы функции, обобщенный метод декодирования, совершенная матричная расстановка, единый кодирующий формат.

Структурно-логические коды (СЛК) используют природную логическую избыточность информумных дизъюнктивных нормальных форм (ИДНФ) булевых функций (БФ) для исправления ошибок, которые возникают при передаче данных в реальных дискретных каналах с независимыми пакетными ошибками. Принципиальным отличием СЛК от всех известных корректирующих кодов является то, что избыточность, которая необходима для исправления ошибок информации, не вводится дополнительно в кодовую последовательность, а лишь задается естественным образом при построении комбинаций СЛК.

При структурно-логическом кодировании, каждая конъюнкция ИДНФ БФ, представляющей дискретные данные, разворачивается в кодовую комбинацию единого кодирующего формата (ЕКФ) куба E^n [1—3].

В результате кодирования ИДНФ строится последовательность вершин кубов E^n , представляющих собой комбинации ЕКФ СЛК в количестве, заданном числом конъюнкций ИДНФ БФ.

Полученная последовательность вершин кубов ЕКФ трансформируется в результате воздействия канальных ошибок таким образом, что отдельные разряды двоичных чисел, обозначающих вершины кубов, переходят из единичного состояния в нулевое либо наоборот — из нулевого в единичное. В результате декодирования кодовых комбинаций ЕКФ реализуется логическая избыточность переменных развертывания куба E^n так, что ошибки в кодовой комбинации исправляются.

Задача состоит в том, чтобы разработать алгоритм декодирования, при котором все вершины кода ЕКФ, комбинация СЛК, были бы полностью восстановлены за счет максимально полного использования логической избыточности переменных развертывания куба E^n , выполненного с учетом обобщенных положений алгоритма декодирования [3], что обеспечит простую и корректную процедуру преобразования канальной последовательности вершин куба ЕКФ при приеме данных.

Из канала преобразования принимается кодовая комбинация СЛК, то есть куб E^n ЕКФ. Порядок следования принимаемых вершин куба ЕКФ определяется порождающей последовательностью переменных развертывания куба E^n . Каждая принимаемая вершина представляет собой n -разрядное двоичное число, где n — мерность куба E^n .

Первая принятая n -разрядная вершина E_1^0 образует со второй принятой вершиной E_2^0 по переменной развертывания первого уровня x_i^1 ребро, то есть куб E_1^1 . Первое принятое ребро куба E_1^1 по переменной развертывания второго уровня x_j^2 образует со вторым принятым кубом E_2^1 грань, то есть куб E_1^2 , причем куб E_2^1 , полученный путем объединения также по переменной развертывания первого уровня x_i^1 , образован из третьей и четвертой принятых вершин E_3^0 и E_4^0 . Дальнейший прием вершин E_5^0, E_6^0, E_7^0 и E_8^0 приведет к образованию куба E_1^3 .



Блок-схема обобщенного алгоритма СЛД.

висимыми, так и спакетированными ошибками за счет обобщенного подхода при проведении процедуры декодирования.

Каждый из кубов E^2, E^3, E^4, E^5 , ЕКФ может быть использован для анализа принятых кодовых комбинаций кода СЛК. Совершенная матричная расстановка куба E^3 ЕКФ может служить основной реализацией кубов большей мерности E^6, E^7, E^8 и т. д. ЕКФ СЛК при использовании соответствующих переменных развертывания порождающей последовательности [4].

Число логических связей по каждой из переменных развертывания кубов ЕКФ E составляет

$$L(x_i) = L(x_j) = L(x_k) = L(x_v) = 2^{n-1},$$

где n — мерность куба E^n .

Логические связи определяют то, что каждая переменная развертывания куба соответствующей мерности будет участвовать при организации этого куба $L(x)$ раз. Это позволяет определить этапы обобщенного алгоритма структурно-логического декодирования (СЛД).

Принятая из канала связи кодовая комбинация записывается в приемную матрицу куба E^n . Элементы этой матрицы есть вершины куба E^n и представляют собой n -разрядное двоичное число, где n — мерность куба. На входе принимаем непрерывную кодовую комбинацию и разбиваем ее на n -разрядные последовательности.

Определив надежные вершины и, соответственно, переменные развертывания, производим восстановление искаженных вершин куба E^n . Восстановление можно проводить по каждой из определенных надежных вершин, при этом мы получаем разные вариации куба E^n . Из таких восстановленных кубов выбирается наиболее достоверный. Блок-схема обобщенного алгоритма СЛД представлена на рисунке.

Разработанный обобщенный алгоритм декодирования кодов СЛК обеспечивает надежную работу декодера как в канале с неза-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСТОЧНИКИ

1. Ленков С. В., Боряк К. Ф., Иванов Ю. Д., Селюков О. С. Метод представления дискретной информации на основе инфимумных дизъюнктивных нормальных форм булевых функций // Зб. наукових праць Військового інституту Київського національного ун-ту ім. Т. Шевченка – 2008. – С. 90–97.
2. Иванов Ю. Д. Метод синтеза инфимумных дизъюнктивных нормальных форм логических функций // Тр. Одес. политехн. ун-та – 2006 – С.178–183.
3. Иванов Ю. Д., Пампуха І. В., Захарова О. С., Жиров Г. Б. Метод структурно-логічного кодування інфімумних диз'юнктивних нормальних форм булевих функцій в базисі куба E^n // Зб. наук. праць Військового інституту Київського національного ун-ту імені Т. Шевченка – 2008 – С. 46–49.
4. Иванов Ю. Д., Пампуха І. В., Захарова О. С., Якимов В. В. Основні положення декодування структурно-логічних кодів // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Т. Шевченка. – 2007 – С. 110–116.

Y. D. Ivanov, I. N. Nikolov, B. V. Lozka

Generalized decoding algorithm for structural logic codes

The article deals with the description of the main points of the structural and logical coding and the features of SLC codes, which is based on the method of perfect matrix arrangement (PMA) of the n -dimensional cube vertices for adequate representation and transformation of boolean functions, which make the basis for building the SLC codes and correcting the errors, that occur during data transfer in real discrete channels, on the channels with independent and packet errors.

Keywords: *structural and logical codes, boolean functions, generalized method of decoding, perfect matrix arrangement, common encoding format.*