

Искусство помехоустойчивого кодирования.

Методы, алгоритмы, применение



Р. МОРЕЛОС-САРАГОСА.
М.: Техносфера, 2005. 320 стр.

Проблема кодирования неразрывно связана с развитием коммуникационных систем. Основными движущими силами, развивающими это направление, являются непрерывный рост объемов и скоростей передаваемой информации, а также необходимость повышения помехозащищенности каналов связи. Бурное развитие беспроводных технологий в мире привело к дальнейшему росту интереса к проблеме кодирования, что связано со сложной помеховой ситуацией в сравнении с кабельными и оптическими коммуникациями и жесткими ограничениями полосы пропускания, стимулирующими поиск путей передачи больших объемов информации в канале той же ширины.

Книга Роберта Морелос-Сарагосы является отличным пособием, подходящим как студентам, так и практическим инженерам-разработчикам. В ней отсутствуют теоремы и нудные выводы формул, и приводится лишь та ценная информация, которая необходима и достаточна для практического использования в инженерной деятельности.

Книга состоит из девяти глав. Первая глава — вводная и содержит общую информацию о теории кодирования и исправления ошибок, линейных блоковых кодов, о распределении весов и вероятности ошибок. Завершает вводную главу раздел об общей структуре жесткого декодера для линейных кодов.

Глава 2 посвящена кодам Хемминга, Голея и Рида-Маллера. В ней рассмотрены примеры линейных блоковых кодов, которые помогают разобраться в сути методов исправления ошибок и алгоритмов декодирования. Коды Хемминга являются, пожалуй, самыми известными, наряду с кодами Рида-Соломона. Информация, приведенная в этой главе, очень важна, и даже не только потому, что коды Хемминга требуют минимальной избыточности, но и для понимания других методик кодирования. В главе 3 рассматриваются основные понятия конструкций циклических кодов, а также информация о реализации алгоритмов кодирования и декодирования. Заключается глава введением в двоичные коды БЧХ (коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема). Коды БЧХ представляют собой циклические коды, обладающие четкой алгебраической структурой. Укороченные коды БЧХ использовались в стандарте сотовой связи TDMA IS-54. Циклические коды удобны для аппаратной реализации, и с бурным развитием ПЛИС получают все более широкое применение.

В главе 4 описываются не двоичные БЧХ-коды — известные многим коды Рида-Соломона. Они широко используются в цифровой памяти и всевозможных системах связи. Примерами могут служить код

(255, 223, 33) в системах космической связи NASA, укороченные коды РС в стандарте цифровой записи на компакт-диски типа CD-ROM и DVD. Эти коды также используются в наземных системах цифрового телевидения высокого разрешения HDTV, этот код применяется и в модемах для кабельных линий связи.

Глава 5 посвящена двоичным сверточным кодам, которые сегодня наиболее популярны при помехоустойчивом кодировании. Они широко применяются в беспроводной связи: IMT-2000, GSM, IS-95, в цифровых наземных и спутниковых системах связи, радио и ТВ-вещания. Среди экзотических применений — системы связи с дальним космосом. Для декодирования наиболее часто используется алгоритм Витерби.

В главе 6 рассмотрены вопросы модификации и комбинирования кодов. Благодаря этим методам удается добиться высокой гибкости в кодах, исправляющих ошибки. Нанлучшие результаты, которых удалось достичь сегодня, получены с помощью модификации и комбинирования, а не в «чистом» виде.

Глава 7 описывает вопросы декодирования с мягким разрешением — декодирование с дополнительной «мягкой» информацией, получаемой из канала связи. Необходимость использования декодирования с мягким решением обусловлена тем, что при решении задачи восстановления данных шумовая компонента является непрерывной, поэтому принятые символы представляются квантованными действительными числами, а не двоичными символами. В этой главе приводится описание различных алгоритмов для такого декодирования.

Глава 8 посвящена итеративно декодируемым кодам. Они определяются как метод, использующий алгоритм декодирования с мягким выходом. Целью их использования является стремление уменьшить вероятность ошибки и достичь максимального правдоподобия при возможно малой сложности вычислений.

Завершает книгу глава 9, которая посвящена комбинированию кодов и цифровой модуляции.

В целом книга характеризуется полнотой изложения вопросов помехоустойчивого кодирования, продуманностью структуры, компактностью материала и отсутствием избыточной информации. А внушительный список литературы, проработанной автором для создания этого издания, по достоинству оценят те, кому необходимо в сжатые сроки ознакомиться с теорией кодирования и быстро приступить к практическому использованию полученной информации. Книга будет полезна всем, кто интересуется телекоммуникациями, связью и кодированием информации. ■

Иван Сардин