

О Т З Ы В

официального оппонента

на диссертацию Жэнь Сюньхуань «Декодирование итеративных помехоустойчивых кодов на основе анализа образов ошибок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которой она представлена к защите. Диссертация Жэнь Сюньхуань соответствует профилю специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций (технические науки), поскольку в ней разработаны декодеры итеративных помехоустойчивых кодов, что соответствует пунктам «Создание или развитие теоретических основ сетей, новых видов систем и устройств телекоммуникаций, включая спутниковые системы на различных орбитах», «Совершенствование существующих и разработка новых сетей, систем и устройств телекоммуникаций на основе современных научно-технических достижений», «Анализ, синтез и оптимизация сетей, систем и устройств телекоммуникаций», «Анализ, синтез и оптимизация сигналов в сетях, системах и устройствах телекоммуникаций, включая исследование и разработку новых сигналов, модемов, кодеков, мультиплексоров и селекторов», «Разработка и исследование методов достижения потенциальной помехоустойчивости и предельной пропускной способности систем связи» паспорта специальности 05.12.13.

Актуальность темы диссертации. Диссертация Жэнь Сюньхуань посвящена решению актуальной задачи защиты от ошибок данных, передаваемых в высокоскоростных оптических и радиосетях, а также в сенсорных сетях, где возможности применения сложных кодов и декодеров ограничены из-за необходимости экономии энергии. В диссертационной работе исследованы модели каналов передачи данных и методы помехоустойчивого кодирования, применяемые в таких сетях. Данные модели использованы для анализа эффективности известных и разработанных соискателем декодеров кодов Хэмминга. Известно, что коды Хэмминга отличаются простотой, а их декодеры – низкой вычислительной сложностью и высоким быстродействием. За счет этого коды Хэмминга могут использоваться в системах передачи с малым энергопотреблением (сенсорные сети) и высокой скоростью передачи (оптические сети). Недостатком таких кодов является низкая корректирующая способность. Поэтому соискателем исследуются более эффективные двумерные (итеративные) коды Хэмминга, для которых предлагаются новые структуры декодеров. Новизна предложенных декодеров заключается в использовании классификации образов ошибок, определяемых распределениями ошибочных бит в двумерном представлении декодируемых данных, и обработке строк и столбцов кодовых матриц с учетом трех и семи классов образов ошибок, что позволило повысить корректирующую способность в сравнении с известными декодерами. Для применения разработанного подхода к декодированию более сложных

помехоустойчивых кодов с использованием расширенного множества классов образов ошибок соискателем предложен итеративный формирователь классов образов ошибок, позволяющий повысить эффективность декодирования двумерных кодов за счет повышения компактности классов и упрощения процедуры идентификации образов ошибок при декодировании. Рассмотренные аспекты диссертационной работы делают ее актуальной.

Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту. Основные результаты и научные положения, представленные в работе, являются новыми и получены автором впервые. В качестве основных результатов следует выделить:

- синдромный декодер итеративного классического кода Хэмминга, отличающийся выбором операций обработки строк и столбцов декодируемой матрицы в зависимости от результата отнесения распределения ошибочных бит к одному из трех классов образов ошибок, что позволило уменьшить вероятность битовых ошибок до 6,1 раза по сравнению с двухэтапным декодером и до 3,0 раз по сравнению с трехэтапным декодером;

- синдромный декодер итеративного расширенного кода Хэмминга, отличающийся выбором операций обработки строк и столбцов декодируемой матрицы в зависимости от результата отнесения распределения ошибочных бит к одному из семи классов образов ошибок, что позволило уменьшить вероятность битовых ошибок до 1,6 раза по сравнению с двухэтапным декодером, до 4,9 раза по сравнению с четырехэтапным декодером, до 1,1 раза по сравнению с двухрежимным двух – пятиэтапным декодером;

- формирователь классов образов ошибок, отличающийся итеративным расширением множества классов и учетом диагональной симметрии образов ошибок, что позволило повысить эффективность декодирования сложных итеративных кодов за счет исключения избыточных классов.

Новизна разработанных декодеров и формирователя классов образов ошибок отражена в 18 научных публикациях соискателя.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается теоретическим анализом, методическим обеспечением проведения экспериментов, а также опубликованием результатов диссертации в рецензируемых журналах.

Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.

Научная значимость. В диссертационной работе предложены новые структуры декодеров итеративных классического и расширенного кодов Хэмминга, основанные на анализе образов ошибок, а также итеративный формирователь классов образов ошибок, основанный на сжатии множества классов образов ошибок за счет исключения образов с диагональной симметрией.

Практическая значимость. Разработанные структуры декодеров итеративных кодов Хэмминга и формирователя классов образов ошибок могут эффективно использоваться в высокоскоростных оптических и радиосетях, а

также в сенсорных сетях благодаря высокой корректирующей способности и низкой вычислительной сложности.

Экономическая значимость. Аппаратные и программные средства, разработанные для практической апробации предложенных в диссертации структур декодеров итеративных кодов Хэмминга и итеративного формирователя классов образов ошибок, являются основой для создания высокоэффективных средств защиты от ошибок передачи в высокоскоростных оптических и радиосетях, а также в сенсорных сетях, получающих сейчас широкое распространение.

Социальная значимость. Полученные в диссертационной работе теоретические и практические результаты внедрены в учебный процесс в рамках лабораторного курса по дисциплине «Основы теории кодирования» специальности «Системы и сети инфокоммуникаций» на кафедре инфокоммуникационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Рекомендации по использованию: результаты диссертации могут использоваться при разработке декодеров итеративных помехоустойчивых кодов.

Опубликованность результатов диссертации в научной печати. Основные результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 18 научных работах, в том числе в 5-и статьях в научных рецензируемых журналах (в соответствии с пунктом 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь), 13-и статьях в сборниках материалов конференций.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК Беларуси.

Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, четырех глав с выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений. Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует. Анализ содержания диссертации, используемых методов исследования и интерпретации соискателем полученных результатов показывает, что научная квалификация соискателя соответствует ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Замечания

1. Работа вносит вклад в современную теорию кодирования, однако, вклад мог бы быть сформулирован более значимо в теоретическом отношении;
2. Выводы по главе 2 желательно было бы структурировать и сформулировать более лаконично;
3. Графический материал слишком подробно отражает алгоритмическое содержание работы и иногда избыточен.

Приведенные замечания не снижают научной и практической ценности диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Жэнь Сюньхуань, подготовленная под руководством доктора технических наук, профессора Конопелько Валерия Константиновича, является законченной квалификационной научно-исследовательской работой, содержащей новые научно-обоснованные результаты, совокупность которых является существенным вкладом в развитие теории и практики помехоустойчивого кодирования и соответствует требованиям ВАК.

Жэнь Сюньхуань заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций за разработку:

- синдромного декодера итеративного классического кода Хэмминга, отличающегося выбором операций обработки строк и столбцов декодируемой матрицы в зависимости от результата отнесения распределения ошибочных бит к одному из трех классов образов ошибок, что позволило уменьшить вероятности битовых ошибок до 6,1 раза по сравнению с двухэтапным декодером и до 3,0 раз по сравнению с трехэтапным декодером;

- синдромный декодер итеративного расширенного кода Хэмминга, отличающегося выбором операций обработки строк и столбцов декодируемой матрицы в зависимости от результата отнесения распределения ошибочных бит к одному из семи классов образов ошибок, что позволило уменьшить вероятности битовых ошибок до 1,6 раза по сравнению с двухэтапным декодером, до 4,9 раза по сравнению с четырехэтапным декодером, до 1,1 раза по сравнению с двухрежимным двух – пятиэтапным декодером;

- формирователя классов образов ошибок, отличающегося итеративным расширением множества классов и учетом диагональной симметрии образов ошибок, что позволило повысить эффективность декодирования сложных итеративных кодов за счет исключения избыточных классов,

которые в совокупности позволили соискателю решить поставленную задачу повышения эффективности декодеров итеративных помехоустойчивых кодов для беспроводных сенсорных сетей с низким энергопотреблением и высокоскоростных радио- и оптических сетей на основе анализа двумерных групповых ошибок различной кратности.

Официальный оппонент

заведующий кафедрой
электронных вычислительных средств
учреждения образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»,
доктор технических наук, профессор

И.С. Азаров

Ознакомлена

Жэнь Сюньхуань

19.12.2024

