(Слайд 1) – Титульный

Здравствуйте уважаемый председатель и уважаемые члены комиссии, меня зовут Галкин Егор и я хочу представить свою выпускную квалификационную работу на тему «Протоколы множественного доступа на основе графовых кодов для применения в сетях связи автономных транспортных средств».

(Слайд 2) – Объект исследования

Объектом моего исследования являются сети VANET, а именно взаимодействие vehicle-to-vehicle без участия базовой станции.

(Слайд 3) – Формулировка проблемы

Взаимодействие V2V очень чувствительно к задержке доставки пакетов, а также их потере. Одной из главных проблем является появление коллизий в канале. Существующие алгоритмы пытаются минимизировать число коллизий и/или используют обратную связь для их разрешения. Вопрос восстановления потерянных пакетов с использованием корректирующих кодов является предметом изучения данной работы.

(Слайд 4) – Актуальность работы

В данный момент существующие стандарты не предоставляют подходящих решений для V2V взаимодействия в сетях VANET. От протоколов требуется маленькая задержка при передаче, а также высокая надежность. Проводятся разные исследования в этой области и одно из направлений исследования это применение кодов для реализации протокола.

(Слайд 5) – Цель

Целью данной работы является разработка протокола множественного доступа для сетей V2V, использующего протокольные последовательности, построенные на основе графовых кодов. Разрешение коллизий с применением корректирующих кодов для исправления стираний. Оценка вероятности потери пакетов, при использовании протокола.

(Слайд 6) – Задачи

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи, представленные на слайде.

(Слайд 7) – Исправление стираний

Почему вообще мы можем исправлять коллизии с помощью сверточного кода?

При возникновении коллизии в канале, все участвующие в коллизии пакеты стираются. Существуют решения такие как Slotted-Aloha, CSMA, STDMA, но в большинстве своем они лишь пытаются предотвратить коллизии. Мы же будем рассматривать стирание при коллизии, как стирания в двоичном канале со стираниями. А в таком случае мы можем попытаться их восстановить.

Под пакетом в этой работе подразумевается битовая последовательность. Исходное сообщение разбивается на части и к ним применяется кодирование, т.е, в сообщение вводится избыточность. Размер этих частей, зависит от решаемой задачи. В некоторых случаях мы можем разделять пакет на части размером до одного бита для передачи. Что и предполагалось при моделировании.

(Слайд 8) – Выбор кода

Сначала выберем код для исправления стираний. Был рассмотрен класс кодов c . C учетом высоких требований к задержке и сложности декодирования был выбран код с порождающей матрицей и параметрами, приведенными на слайде.

(Слайд 9) – Схема кодера

На рисунке представлена схема кодера.

(Слайд 10) – Декодирование

Декодирование в двоичном канале со стираниями сводится к решению системы линейных уравнений. Используя оконное декодирование, мы получаем сложность алгоритма линейную по длине последовательности, так как сложность декодирования в окне равна , где – число стираний в окне, т.е. константе по длине кода. Для декодирования будет использоваться проверочная матрица, приведенная на слайде.

Разложив эту матрицу по степеням D, получим полубесконечную матрицу, из которой мы возьмем только определенную подматрицу, использующуюся в процессе декодирования.

(Слайд 11) – Декодирование

У нас она имеет вид:

(Слайд 12) – Декодирование

На риуснке, мы видим пример работы оконного декодирования

(Слайд 13) – Тестирование

На слайде приведены результаты тестирование, рассмотренных кодов в двоичном канале со стираниями

(Слайд 14) – Схема доступа в канал

На данном слайде мы видим пример того, как в нашем протоколе происходит доступ в канал. Заметим, что в некоторых подкадрах происходят коллизии, мы хотим уметь их исправлять.

(Слайд 15) – Построение протокольных последовательностей

В качестве источника протокольных последовательностей используем графовый МППЧ-код. Графовый код так называется потому, что его проверочная матрица – это матрица инцидентности некоторого графа. Его особенность в том, что каждый столбец проверочной матрицы содержит только 2 единицы. Его также можно представить с помощью графа Таннера.

(Слайд 16) – Источник протокольных последовательностей

В качестве источника последовательностей был выбран (2,4) регулярный МППЧ-код.

Проведя его усечение, получим набор последовательностей, в качестве которого будут выступать строки из проверочной матрицы.

(Слайд 17) – Тестирование протокольных последовательностей

На слайде вы видите 2 графика, один показывает число конфликтов между пользователями в подкадре при полностью случайном выборе протокольных последовательностей. Второй, при выборе пользователями уникальных последовательностей. Но даже в первом случае среднее число конфликтов на подкадре равняется двум.

(Слайд 18) – Математическая оценка вероятности потери пакета

На данном слайде приведена формула отражающая вероятность потери пакета для заданного множества протокольных последовательностей, при числе активных пользователей равному k

(Слайд 19) – Математическая оценка вероятности потери пакета

На слайде мы видим посчитанные вероятности потери пакета, при использовании для генерации множества протокольных последовательностей (2, 3)-регулярного МППЧ кода, с числом последовательностей равном 14.

(Слайд 20) – Моделирование

Было проведено моделирование и на данном слайде вы можете видеть график отражающий его результаты. В среднем мы получили выигрыш в 2.34 раза.

(Слайд 21) – Сравнение

Без потери общности, мы считаем, что алгоритмы, использующие разделение по времени, эквивалентны использованию ортогональных протокольных последовательностей. Проведем сравнение на максимальном рассматриваемом нами при моделировании числе пользователей. В таком случае вероятность потери пакета равняется

Пусть — число кадров в течении которых мы передаем данные. Тогда число пакетов, которые мы можем передать, используя ортогональные последовательности равняется:

Число же пакетов, которые мы можем передать, используя наш протокол, равняется:

(Слайд 22) – Сравнение

В нашем протоколе мы передаем избыточные пакеты. Формула, отражающая их число представлена на слайде.

(Слайд 23) – Сравнение

На слайде показан, посчитанный выигрыш по числу переданных пакетов.

(Слайд 24) – Наш метод является эффективным вплоть до вероятности потери пакета равной 0.3. Такая вероятность потери пакета превосходит значения типичные для практических сценариев связи.

(Слайд 25) – Результаты

Был разработан протокол взаимодействия в сети с возможностью исправления стираний.

Даны оценки на вероятность потери пакетов в зависимости от числа пользователей.

Проведено моделирование и сравнение.

(Слайд 26) – Направления дальнейшего исследования

1. Рассмотрение для исправлений других классов кодов, например коды Рида-Соломона.

2. Учет потери пакетов на физическом уровне и их дальнейшее исправление.

3. Более детальное сравнение и возможное испытание в реальной среде.