

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Физико-механический институт
Высшая школа прикладной математики и вычислительной физики

Лабораторная работа
по дисциплине «Компьютерные сети» на тему
**«Реализация протоколов автоматического запроса повторной передачи
Go-Back-N и Selective Repeat»**

Выполнил

студент гр. 5040102/10201 Кудрявцева В.В. /_____/

Руководитель

доцент, к.ф.-м.н. Баженов А.Н. /_____/

Санкт-Петербург
2022

Оглавление

Постановка задачи	3
Теория.....	3
Реализация.....	6
Результаты.....	6
Выводы.....	8
Приложение.....	8

Постановка задачи

Реализовать систему, состоящую из отправителя (Sender) и получателя (Receiver), способных обмениваться сообщениями по каналу связи через протоколы автоматического запроса повторной передачи Go-Back-N (GBN) и Selective Repeat (SRP). Канал связи может допускать потерю пакетов с заданной вероятностью. Добавить возможность выбора размера скользящего окна. Сравнить эффективность работы данных протоколов для разных вероятностей ошибок при передаче данных.

Теория

Рассмотрим два компьютера, между которыми имеется физическая связь, так как если бы они были связаны проводом. Существенной особенностью такой связи является необходимость доставки бит в том порядке, в котором они были отправлены передающей машиной. Для реализации подобной связи были созданы различные протоколы передачи данных. Часть таких протоколов в своей реализации использует разбиение сегментов данных на следующие 4 вида:

- сегменты, которые были отосланы и имеют подтверждение от приемника
- сегменты, которые были отосланы и не имеют подтверждения от приемника
- сегменты, которые могут быть отосланы
- сегменты, которые не могут быть отосланы

Логично, что передавать сразу все такие сегменты в правильном порядке весьма проблематично из-за возможных ошибок при передаче. Чтобы исправить это, необходимо воспользоваться некоторым окном фиксированного размера, в рамках которого будет происходить доставка сегментов. Визуализация такого подхода представлена на рис.1.

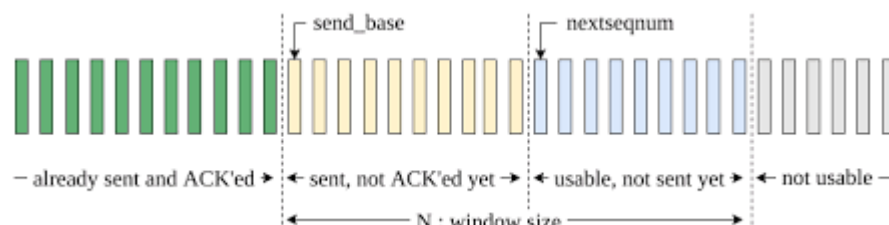


Рис. 1. Визуализация передачи данных с использованием скользящего окна

Очевидно, что все ошибки передачи данных будут выявлены и исправлены в рамках окна, после чего произойдет его смещение к сегментам с большим порядковым номером и процедура передачи будет повторена. Но

реакция на появление ошибок может быть разной. Рассмотрим интересующие нас протоколы.

Протокол Go-Back-N

Особенностью протокола Go-Back-N является отправка подряд сегментов, находящихся в рамках скользящего окна, не дожидаясь ответа от приемника. Таким образом, после заполнения окна отправленными, но не подтвержденными сегментами, источник ожидает получения подтверждения для всех сегментов. В случае, если один из сегментов не получил подтверждения доставки за некоторое фиксированное время, называемое также таймером, то источник повторяет отправку всех сегментов окна, начиная с этого сегмента. Рассмотрим данный протокол на примере случая, когда размер окна равен четырем (см. рис. 2).

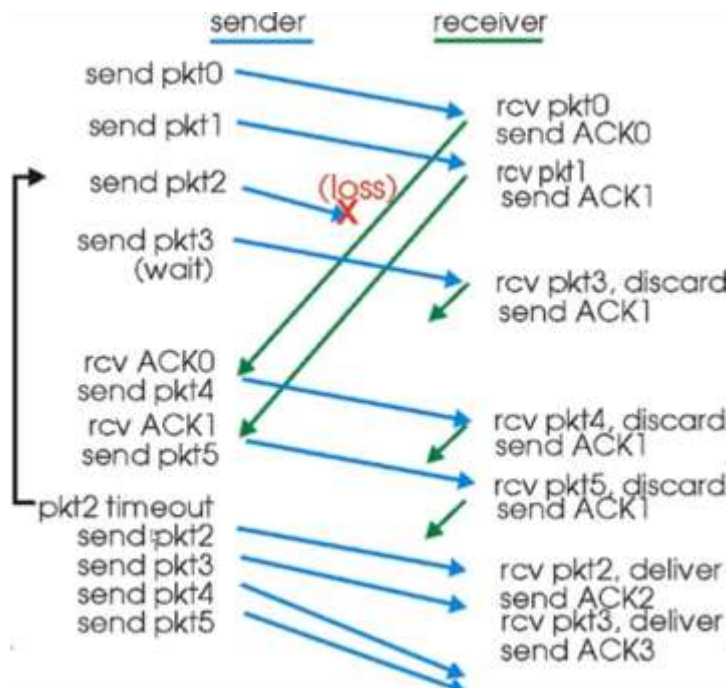


Рис. 2. Диаграмма работы протокола Go-Back-N

Источник начинает осуществлять посылку сегментов приемнику. По причине того, что размер окна равен четырем, источник может послать четыре сегмента без получения подтверждения, т.е. сегменты с номерами 0, 1, 2, 3, после чего источник должен ожидать прихода подтверждения. Пусть в рассматриваемом примере сегмент номер 2 был потерян при передаче. В связи с этим сегменты 3, 4, 5 поступили вне очереди, т.е. они должны быть сброшены приемником.

Протокол Selective Repeat

При определенных условиях эффективность протокола Go-Back-N может стать низкой. Например, если размер окна достаточно большой, а скорость канала низкая, в канале одновременно находится много сегментов. Потеря всего одного сегмента может привести к необходимости повторной передачи достаточно большого количества сегментов, которые были доставлены ресиверу без ошибок. Протокол Selective Repeat позволяет избегать повторной передачи тех сегментов, которые безошибочно, но вне очереди, были приняты приемником. Повторно передаются только сегменты, переданные с ошибками.

Таким образом, для подтверждения повторно переданного сегмента приемник должен послать источнику индивидуальное подтверждение, и сегменты, пришедшие без ошибок, но вне очереди, должны быть подтверждены. Так же как и в протоколе Go-Back-N в Selective Repeat окно размера N используется для ограничения количества посланных, но не подтвержденных сегментов. Но в данном протоколе в окне могут находиться посланные и подтвержденные сегменты. Рассмотрим работу протокола для того же примера, когда размер окна равен четырем (рис. 3).

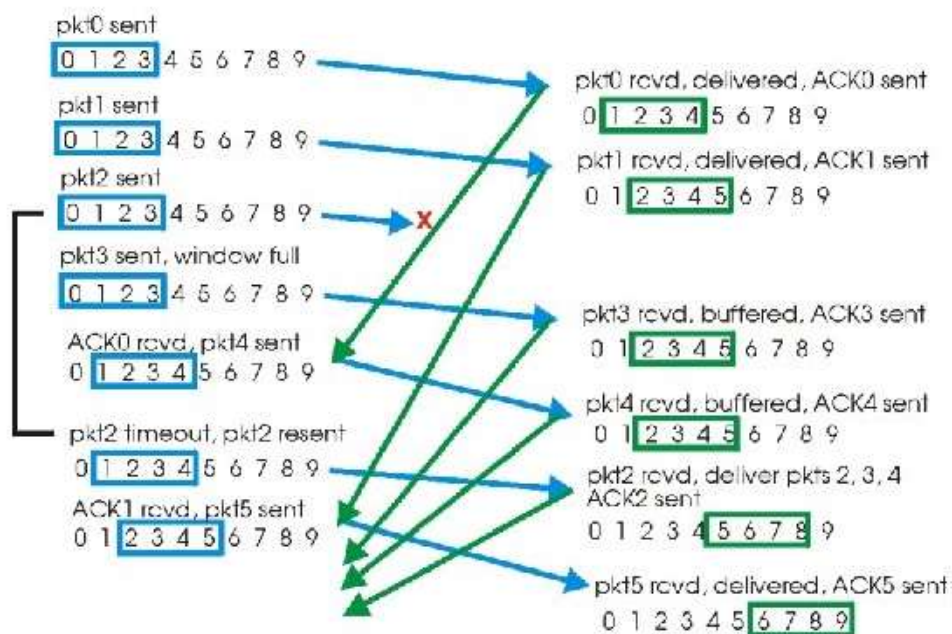


Рис. 3. Диаграмма работы протокола Go-Back-N

Как можно заметить, данный протокол является более выгодным при наличии ошибок передачи с точки зрения объема пересылаемых данных, но учитывая тот факт, что данные должны быть переданы в заданном порядке необходимо при сдвиге окна не допускать перекрытия старого окна новым. Для этого размер окна не должен превышать половины от количества порядковых номеров. Количество же данных, которые могут быть буферизированы также не превышает размера окна, что не приводит к большим затратам по памяти у приемника.

Реализация

Система реализована на языке программирования Python и организована в виде двух потоков выполнения: поток отправителя и поток получателя. Взаимодействие между ними осуществляется в виде очередей сообщений. Программа разделена на следующие части:

- Sender - отправитель, формирует сообщения с данными
- Reciever - получатель, получает сообщения и сообщает о факте доставки
- MsgQueue - канал коммуникации, который хранит сообщения между отправкой и получением, а также имитирует их потерю.

Каждый пакет содержит информацию о своем порядковом номере в окне, уникальный номер блока, а также свой статус (доставлен, потерян). Система принимает следующие параметры:

- protocol - протокол связи (GBN/SRP)
- window_size - величина скользящего окна в выбранном протоколе
- timeout - время в секундах, после которого пакет считается утерянным в случае отсутствия подтверждения его доставки
- loss_probability - вероятность потери сообщения при передаче $[0, 1]$.

Результаты

Оценку эффективности протоколов будем проводить по двум параметрам:

- коэффициент эффективности k = количество всех пакетов / количество переданных пакетов
- время от начала до конца передачи в секундах – t

Для оценки эффективности была проведена серия экспериментов с различными значениями размера окна и вероятности потери пакетов. Во всех тестах количество передаваемых пакетов равно 100, timeout = 0.2 с. Зависимость коэффициента эффективности k и времени передачи t от вероятности потери пакета p при фиксированном размере окна window_size = 3 представлена в таблице 1 и графически на рис. 4. Зависимость эффективности k и времени передачи t от размера окна window_size при заданной вероятности потери пакета $p = 0.2$ представлена в табл. 2 и на рис. 5.

Видно, что при малых вероятностях потери пакета эффективность протоколов практически не отличается. С увеличением вероятности потери протокол Go-Back-N все больше проигрывает протоколу Selective Repeat.

Зависимость от размера окна менее очевидная. Можно заметить, что для протокола Selective Repeat эффективность повышается с увеличением размера окна. Протокол Go-Back-N ведет себя более хаотично, но в целом характеры зависимости аналогичный.

Табл. 1. Зависимость эффективности протоколов от вероятности потери пакета при window_size = 3

p	Go-Back-N		Selective Repeat	
	k	t	k	t
0	1.00	1.67	1.00	1.13
0.1	0.76	4.91	0.82	2.24
0.2	0.63	7.74	0.67	4.68
0.3	0.47	13.19	0.55	5.01
0.5	0.42	15.69	0.45	12.74
0.6	0.28	28.79	0.34	11.69
0.7	0.21	39.71	0.23	23.88
0.8	0.11	90.13	0.14	28.17
0.9	0.05	199.57	0.07	77.33

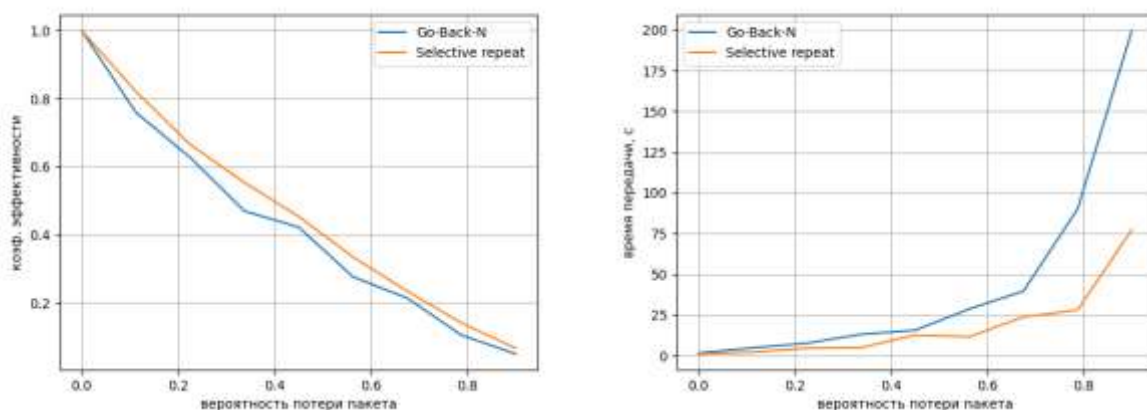


Рис. 4. Зависимость коэффициента эффективности и времени передачи от вероятности потери пакета при window_size = 3

Табл. 2. Зависимость эффективности протоколов от размера окна при p = 0.2

p	Go-Back-N		Selective Repeat	
	k	t	k	t
2	0.77	9.16	0.80	4.50
3	0.64	7.27	0.68	3.64
4	0.58	5.98	0.70	1.98
5	0.61	4.09	0.70	1.97
6	0.45	5.82	0.58	1.50
7	0.47	4.35	0.60	2.02
8	0.32	6.90	0.46	1.55
9	0.50	3.14	0.62	1.16
10	0.33	5.61	0.47	1.10

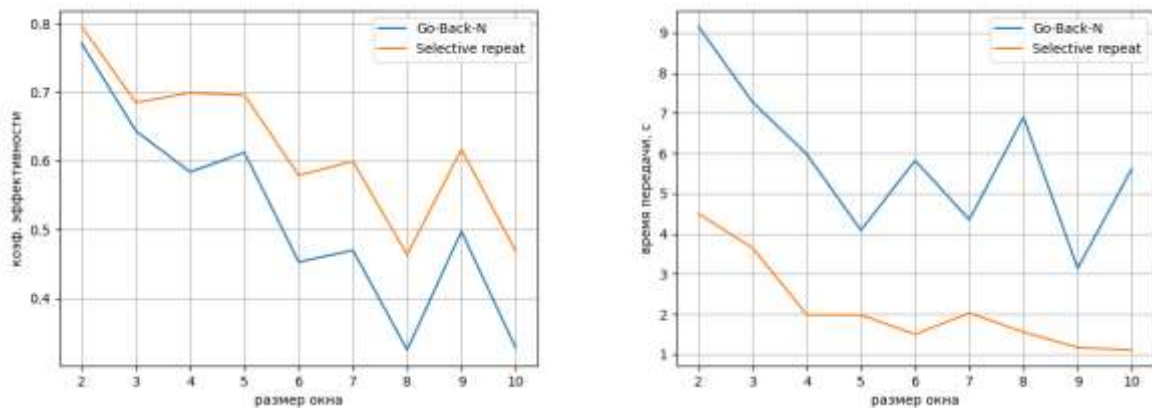


Рис. 5. Зависимость коэффициента эффективности и времени передачи от размера окна при $p = 0.2$

Выводы

В результате работы реализованы протоколы автоматического запроса повторной передачи данных Go-Back-N и Selective Repeat. Произведено сравнение этих двух протоколов скользящего. Выяснилось, что протокол Go-Back-N хорошо работает в случаях, когда ошибки при передаче пакетов встречаются редко, в противном случае выгоднее использовать протокол Selective Repeat. Практически аналогичный результат дает сравнение эффективности работы протоколов в зависимости от размера окна.

Приложение

Ссылка на GitHub с реализацией:

<https://github.com/VasilisaK/Networks/tree/main/1>