

# Лабораторная работа №12

## Пример моделирования простого протокола передачи данных

Герра Гарсия Паола Валентина

### Содержание

Введение.....	1
Цели и задачи .....	1
Выполнение лабораторной работы .....	1
Упражнение .....	5
Выводы .....	8

### Введение

#### Цели и задачи

##### Цель работы

Реализовать простой протокол передачи данных в CPN Tools.

##### Задание

- Реализовать простой протокол передачи данных в CPN Tools.
- Вычислить пространство состояний, сформировать отчет о нем и построить граф.

### Выполнение лабораторной работы

Основные состояния: источник (Send), получатель (Receiver). Действия (переходы): отправить пакет (Send Packet), отправить подтверждение (Send ACK).

Промежуточное состояние: следующий посылаемый пакет (NextSend). Зададим декларации модели (рис. [-@fig:001]).

```

► History
▼ Declarations
  ▼ colset INT = int;
  ▼ colset DATA = string;
  ▼ colset INTxDATA = product INT * DATA;
  ▼ var n, k: INT;
  ▼ var p, str: DATA;
  ▼ val stop = "#####";
► Monitors

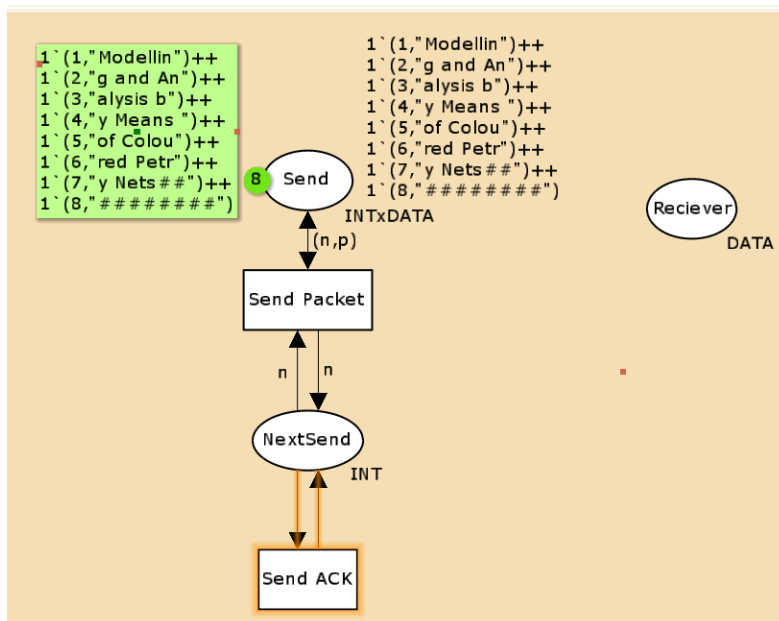
```

### Задание деклараций

Состояние Send имеет тип INTxDATA и следующую начальную маркировку (в соответствии с передаваемой фразой).

Стоповый байт ("#####") определяет, что сообщение закончилось. Состояние Receiver имеет тип DATA и начальное значение 1'''' (т.е. пустая строка, поскольку состояние собирает данные и номер пакета его не интересует). Состояние NextSend имеет тип INT и начальное значение 1'1. Поскольку пакеты представляют собой кортеж, состоящий из номера пакета и строки, то выражение у двусторонней дуги будет иметь значение (n,p). Кроме того, необходимо взаимодействовать с состоянием, которое будет сообщать номер следующего посылаемого пакета данных. Поэтому переход Send Packet соединяем с состоянием NextSend двумя дугами с выражениями n (рис. 12.1). Также необходимо получать информацию с подтверждениями о получении данных. От перехода Send Packet к состоянию NextSend дуга с выражением n, обратно – k.

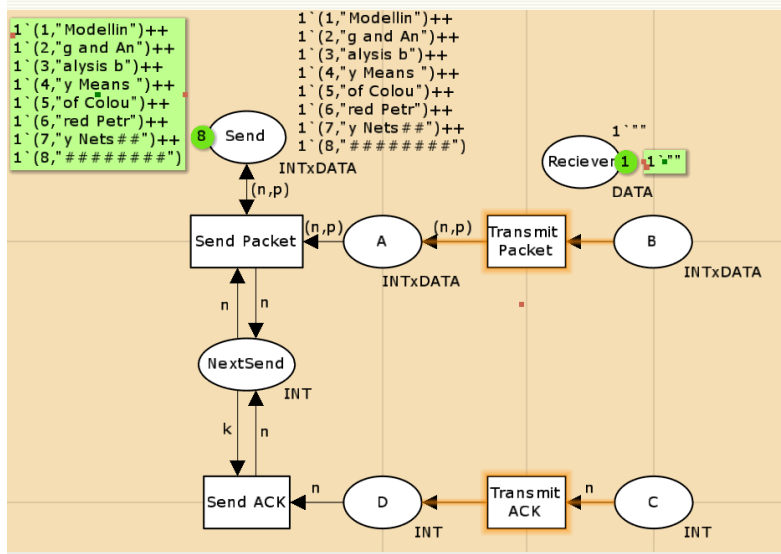
Построим начальный граф(рис. [-@fig:002]):



### Начальный граф

Зададим промежуточные состояния (A, B с типом INTxDATA, C, D с типом INTxDATA) для переходов (рис. 12.2): передать пакет Transmit Packet (передаём (n,p)), передать

подтверждение Transmit ACK (передаём целое число k). Добавляем переход получения пакета (Receive Packet). От состояния Receiver идёт дуга к переходу Receive Packet со значением той строки (str), которая находится в состоянии Receiver. Обратно: проверяем, что номер пакета новый и строка не равна стоп-биту. Если это так, то строку добавляем к полученным данным. Кроме того, необходимо знать, каким будет номер следующего пакета. Для этого добавляем состояние NextRec с типом INT и начальным значением 1'1 (один пакет), связываем его дугами с переходом Receive Packet. Причём к переходу идёт дуга с выражением k, от перехода — if n=k then k+1 else k. Связываем состояния B и C с переходом Receive Packet. От состояния B к переходу Receive Packet — выражение (n,p), от перехода Receive Packet к состоянию C — выражение if n=k then k+1 else k. От перехода Receive Packet к состоянию Receiver: if n=k and also p<>stop then str^p else str. (если n=k и мы не получили стоп-байт, то направляем в состояние строку и к ней прикрепляем p, в противном случае посылаем только строку). На переходах Transmit Packet и Transmit ACK зададим потерю пакетов. Для этого на интервале от 0 до 10 зададим пороговое значение и, если передаваемое значение превысит этот порог, то считаем, что произошла потеря пакета, если нет, то передаём пакет дальше. Для этого задаём вспомогательные состояния SP и SA с типом Ten0 и начальным значением 1'8, соединяем с соответствующими переходами(рис. [-@fig:003]):



*Добавление промежуточных состояний*

В декларациях задаём(рис. [-@fig:004]):

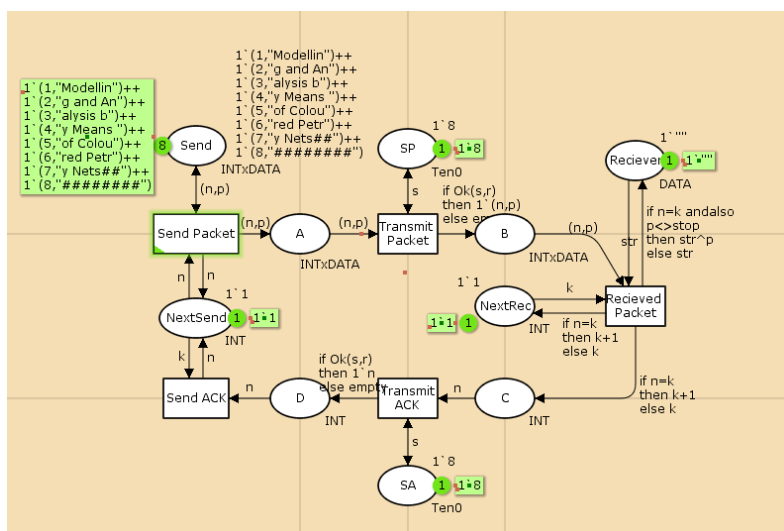
```

▼ val stop = ##### ;
▼ colset Ten0 = int with 0..10;
▼ colset Ten1 = int with 0..10;
▼ var s: Ten0;
▼ var r: Ten1;
▼ fun Ok(s:Ten0, r:Ten1)=(r<=s);

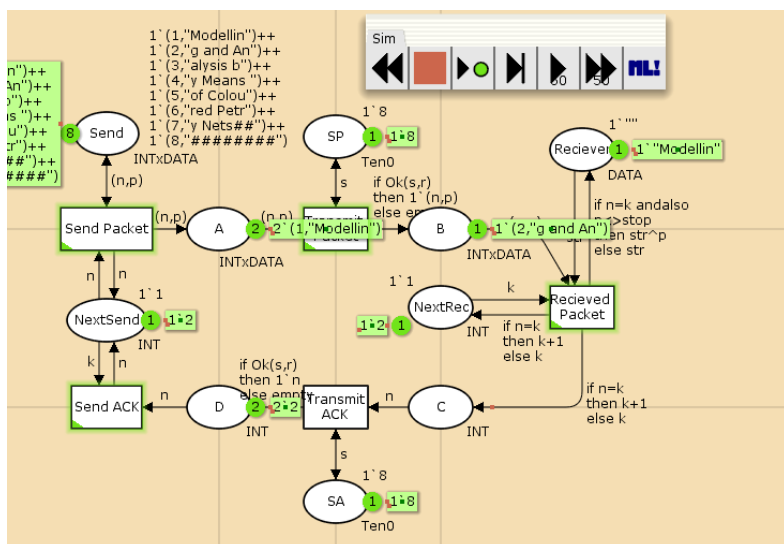
```

*Задание деклараций*

Таким образом, получим модель простого протокола передачи данных (рис. 12.3). Пакет последовательно проходит: состояние Send, переход Send Packet, состояние A, с некоторой вероятностью переход Transmit Packet, состояние B, попадает на переход Receive Packet, где проверяется номер пакета и если нет совпадения, то пакет направляется в состояние Received, а номер пакета передаётся последовательно в состояние C, с некоторой вероятностью в переход Transmit ACK, далее в состояние D, переход Receive ACK, состояние NextSend (увеличивая на 1 номер следующего пакета), переход Send Packet. Так продолжается до тех пор, пока не будут переданы все части сообщения. Последней будет передана стоп-последовательность(рис. [-@fig:005]):



Модель простого протокола передачи данных



Запуск модели простого протокола передачи данных

## Упражнение

Вычислим пространство состояний. Прежде, чем пространство состояний может быть вычислено и проанализировано, необходимо сформировать код пространства состояний. Этот код создается, когда используется инструмент Войти в пространство состояний. Вход в пространство состояний занимает некоторое время. Затем, если ожидается, что пространство состояний будет небольшим, можно просто применить инструмент Вычислить пространство состояний к листу, содержащему страницу сети. Сформируем отчет о пространстве состояний и проанализируем его. Чтобы сохранить отчет, необходимо применить инструмент Сохранить отчет о пространстве состояний к листу, содержащему страницу сети и ввести имя файла отчета.

Из него можно увидеть:

- 13341 состояний и 206461 переходов между ними.
- Указаны границы значений для каждого элемента: промежуточные состояния A, B, C(наибольшая верхняя граница у A, так как после него пакеты отбрасываются. Так как мы установили максимум 10, то у следующего состояния B верхняя граница – 10), вспомогательные состояния SP, SA, NextRec, NextSend, Receiver(в них может находиться только один пакет) и состояние Send(в нем хранится только 8 элементов, так как мы задали их в начале и с ними никаких изменений не происходит).
- Указаны границы в виде мультимножеств.
- Маркировка home для всех состояний (в любую позицию можно попасть из любой другой маркировки).
- Маркировка dead равная 4675 [9999,9998,9997,9996,9995,...] – это состояния, в которых нет включенных переходов.

CPN Tools state space report for:

/home/openmodelica/protocol.cpn

Report generated: Sat May 25 21:02:31 2024

### Statistics

---

#### State Space

Nodes: 13341  
Arcs: 206461  
Secs: 300  
Status: Partial

#### Scc Graph

Nodes: 6975  
Arcs: 170859  
Secs: 14

## Boundedness Properties

---

### Best Integer Bounds

	Upper	Lower
Main'A 1	20	0
Main'B 1	10	0
Main'C 1	6	0
Main'D 1	5	0
Main'NextRec 1	1	1
Main'NextSend 1	1	1
Main'Reciever 1	1	1
Main'SA 1	1	1
Main'SP 1	1	1
Main'Send 1	8	8

### Best Upper Multi-set Bounds

Main'A 1	20` (1, "Modellin")++
15` (2, "g and An")++	
9` (3, "alysis b")++	
4` (4, "y Means ")	
Main'B 1	10` (1, "Modellin")++
7` (2, "g and An")++	
4` (3, "alysis b")++	
2` (4, "y Means ")	
Main'C 1	6` 2++
5` 3++	
3` 4++	
1` 5	
Main'D 1	5` 2++
3` 3++	
2` 4++	
1` 5	
Main'NextRec 1	1` 1++
1` 2++	
1` 3++	
1` 4++	
1` 5	
Main'NextSend 1	1` 1++
1` 2++	
1` 3++	
1` 4	
Main'Reciever 1	1` ""++
1` "Modellin"++	
1` "Modelling and An"++	
1` "Modelling and Analysis b"++	
1` "Modelling and Analysis by Means "	
Main'SA 1	1` 8
Main'SP 1	1` 8

Main'Send 1	1`(1,"Modellin")++
1`(2,"g and An")++	
1`(3,"alysis b")++	
1`(4,"y Means ")++	
1`(5,"of Colou")++	
1`(6,"red Petr")++	
1`(7,"y Nets##")++	
1`(8,"#####")	

#### Best Lower Multi-set Bounds

Main'A 1	empty
Main'B 1	empty
Main'C 1	empty
Main'D 1	empty
Main'NextRec 1	empty
Main'NextSend 1	empty
Main'Reciever 1	empty
Main'SA 1	1`8
Main'SP 1	1`8
Main'Send 1	1`(1,"Modellin")++
1`(2,"g and An")++	
1`(3,"alysis b")++	
1`(4,"y Means ")++	
1`(5,"of Colou")++	
1`(6,"red Petr")++	
1`(7,"y Nets##")++	
1`(8,"#####")	

#### Home Properties

---

##### Home Markings

None

#### Liveness Properties

---

##### Dead Markings

4675 [9999,9998,9997,9996,9995,...]

##### Dead Transition Instances

None

##### Live Transition Instances

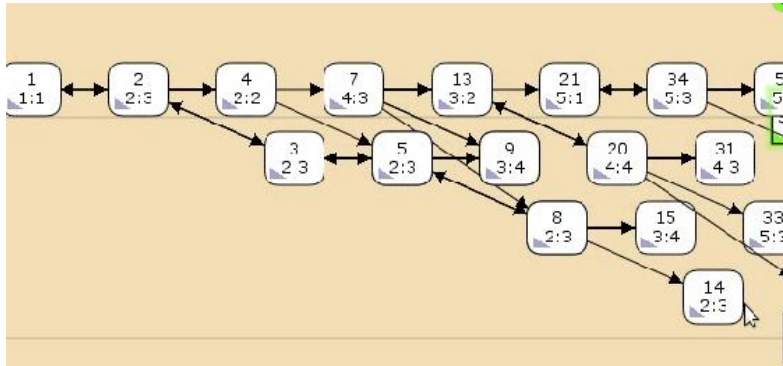
None

## Fairness Properties

---

Main'Recieved_Packet 1	No Fairness
Main'Send_ACK 1	No Fairness
Main'Send_Packet 1	Impartial
Main'Transmit_ACK 1	No Fairness
Main'Transmit_Packet 1	Impartial

Сформируем начало графа пространства состояний, так как их много(рис. [-@fig:007]):



*Пространство состояний для модели простого протокола передачи данных*

## Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы я реализовала простой протокол передачи данных в CPN Tools и проведен анализ его пространства состояний.