

Лабораторная работа №12

Пример моделирования простого протокола передачи данных

Городянский Фёдор Николаевич

Содержание

Введение	4
Цели и задачи	4
Выполнение лабораторной работы	5
Упражнение	10
Выводы	17

Список иллюстраций

0.1	Задание деклараций	5
0.2	Начальный граф	6
0.3	Добавление промежуточных состояний	8
0.4	Задание деклараций	8
0.5	Модель простого протокола передачи данных	9
0.6	Запуск модели простого протокола передачи данных	10
0.7	Пространство состояний для модели простого протокола передачи данных	16

Введение

Цели и задачи

Цель работы

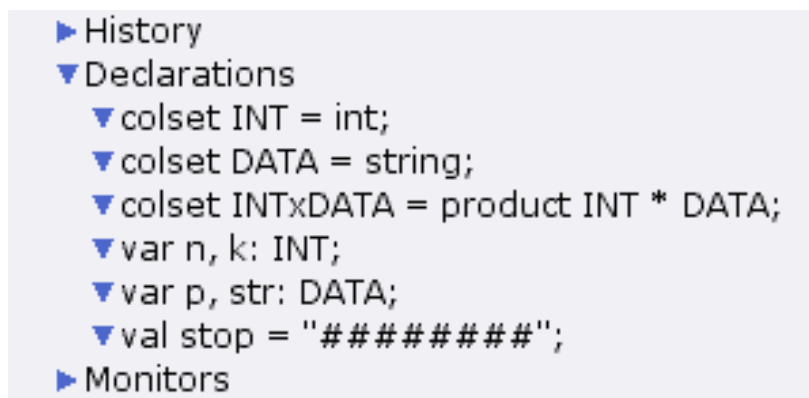
Реализовать простой протокол передачи данных в CPN Tools.

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
```

Рис. 0.1: 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]):

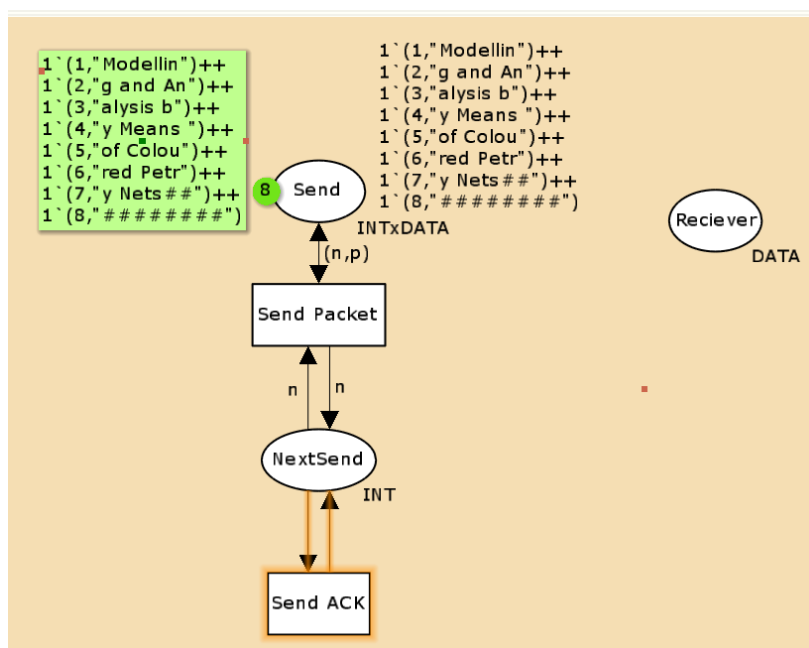


Рис. 0.2: Начальный граф

Зададим промежуточные состояния (А, В с типом INTxDATA, С, 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 — $\text{if } n=k \text{ then } k+1 \text{ else } k$. Связываем состояния В и С с переходом Receive Packet. От состояния В к переходу Receive Packet — выражение (n,p), от перехода Receive Packet к состоянию С — выражение $\text{if } n=k \text{ then } k+1 \text{ else } k$. От перехода Receive Packet к состоянию Receiver: $\text{if } n=k \text{ and also } p \neq \text{stop then } str \wedge p \text{ else } str$. (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]):

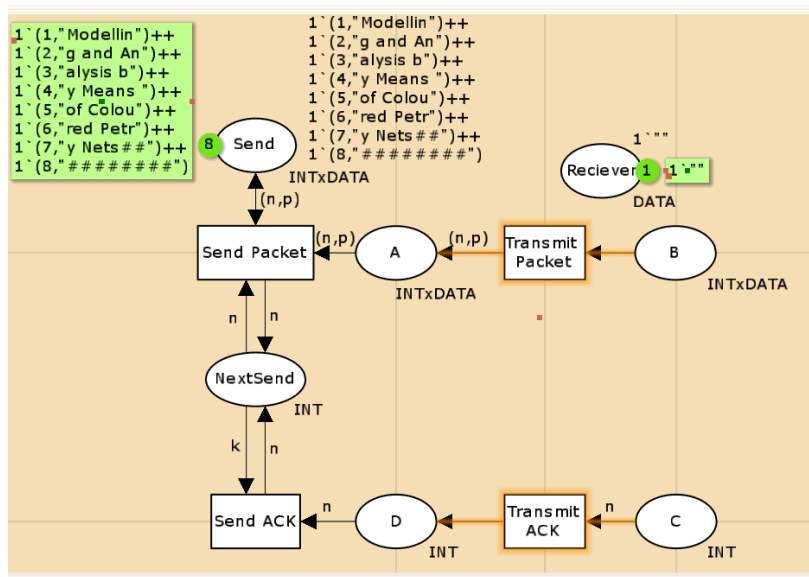


Рис. 0.3: Добавление промежуточных состояний

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

```
▼ var 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);
```

Рис. 0.4: 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 В, 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 С, 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]):

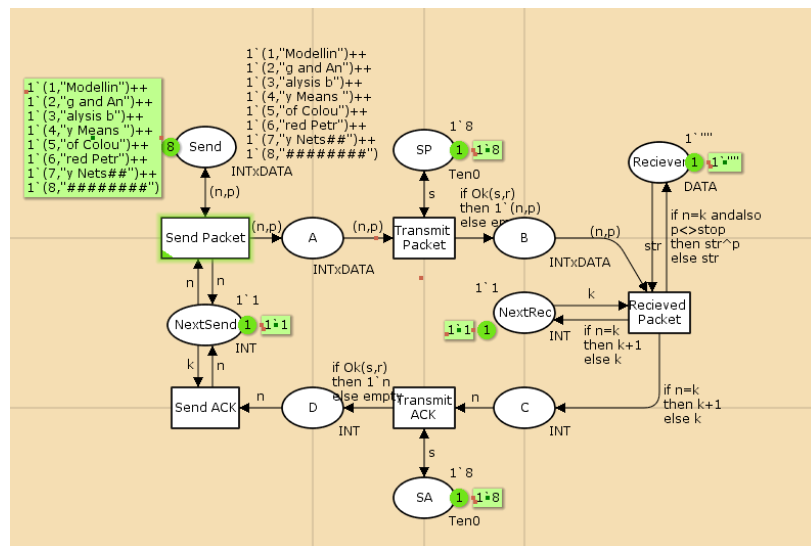


Рис. 0.5: Модель простого протокола передачи данных

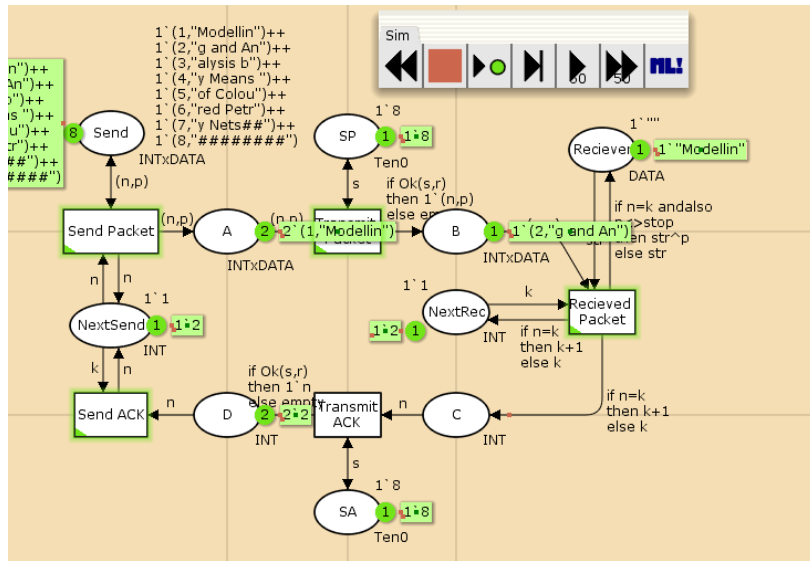


Рис. 0.6: Запуск модели простого протокола передачи данных

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 отчёт 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]):

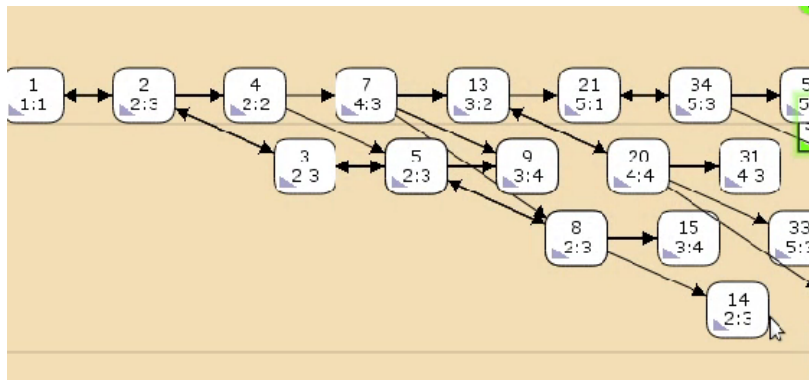


Рис. 0.7: Пространство состояний для модели простого протокола передачи данных

Выводы

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