Лабораторная работа 12

Пример моделирования простого протокола передачи данных

Извекова Мария Петровна

Содержание

Список иллюстраций

Список таблиц

Цель работы

Реализовать простой протокол передачи данных в CPN Tools.

Задание

1. Реализовать простой протокол передачи данных в CPN Tools.
2. 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]).

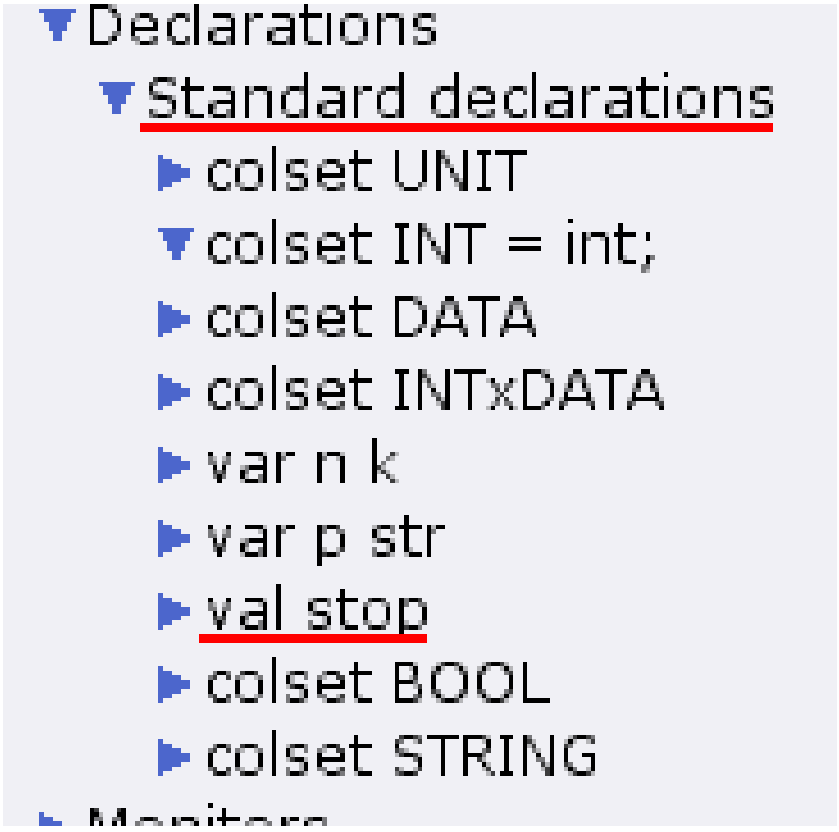


Рис. 1: Задаем декларацию модели

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]):

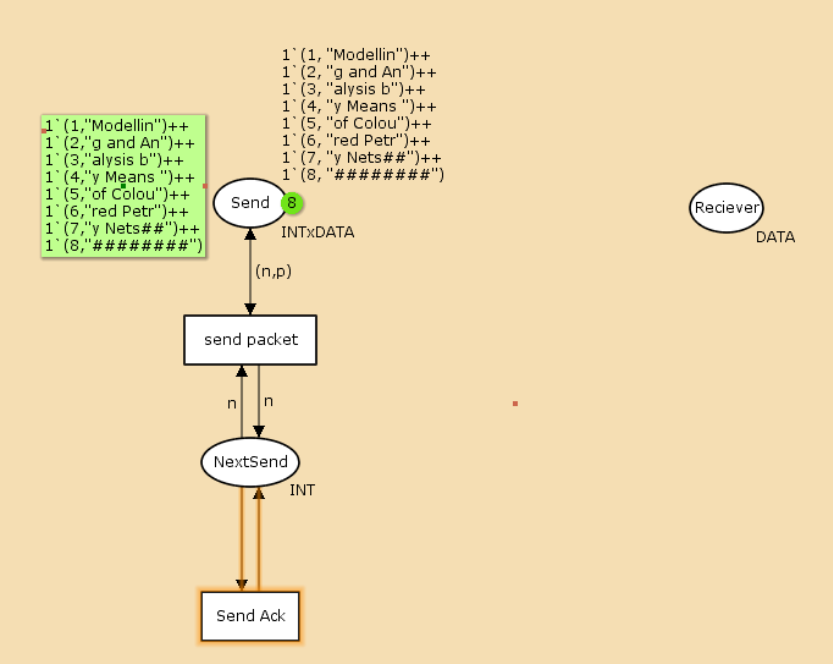


Рис. 2: Начальный граф

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 andalso 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]):

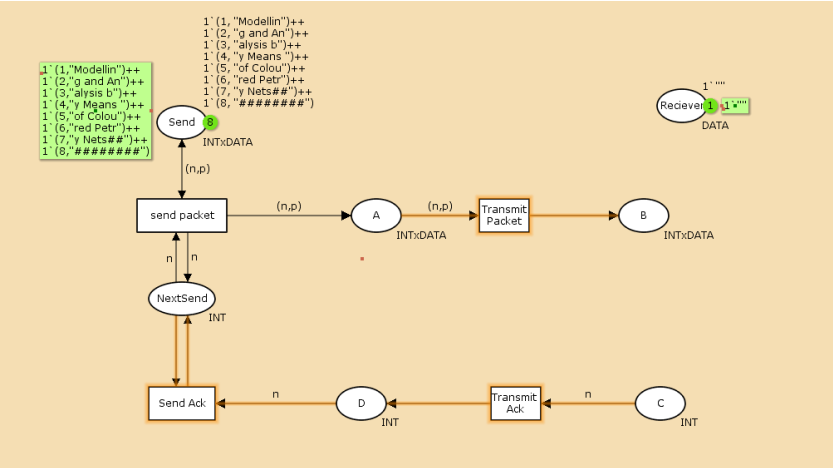


Рис. 3: Граф со вспомогательными состояниями

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

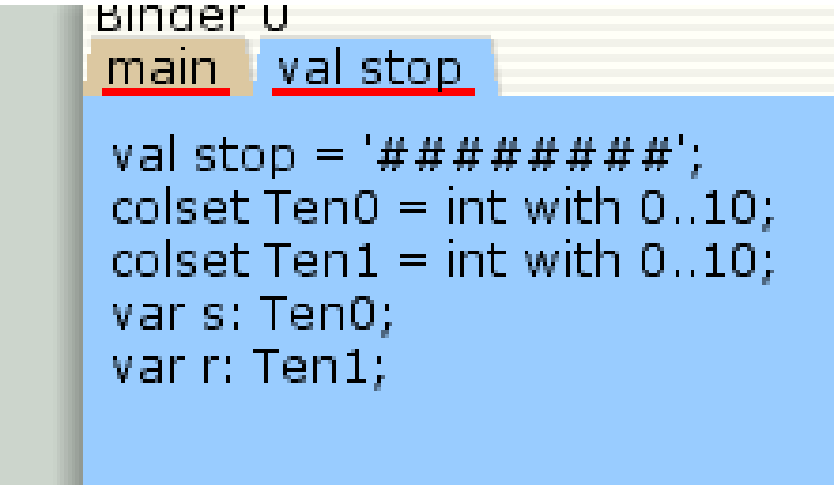


Рис. 4: Дополнительная декларация

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]):

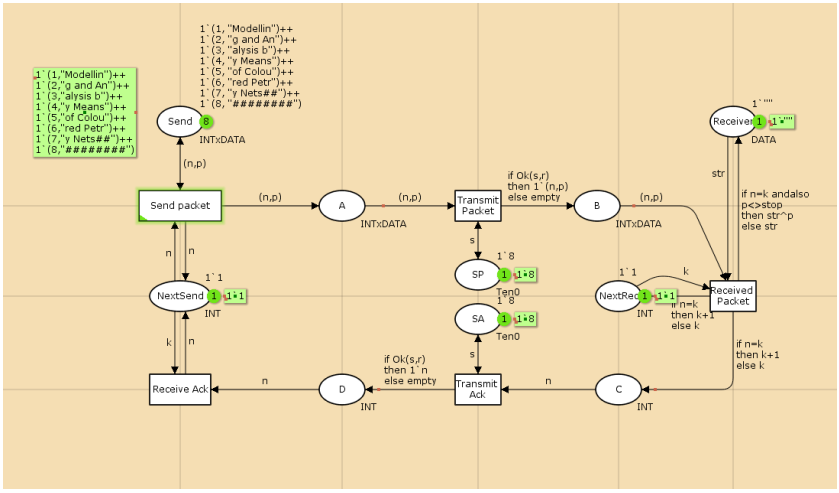


Рис. 5: Готовая модель

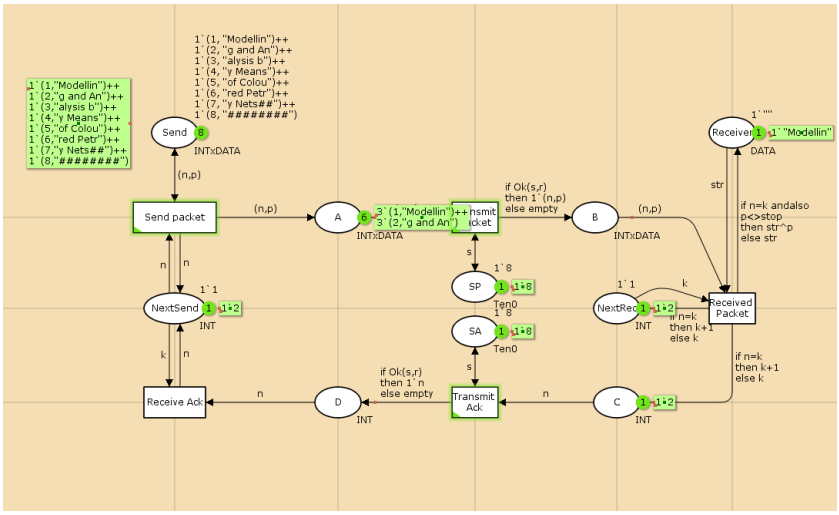
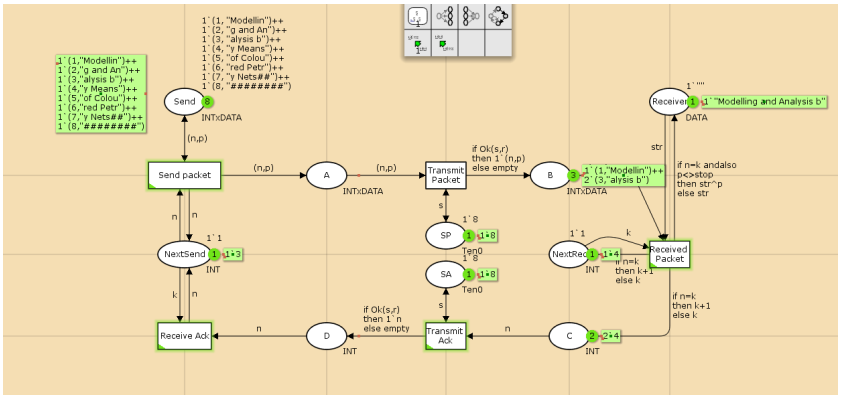


Рис. 6: Готовая модель в запущенном состоянии


Send
Send packet
A
Transmit Packet
B
Receiver
NextSend
SP
SA
NextRec
Received Packet
Receive Ack
D
Transmit Ack
C
INTxDATA
DATA
INT
Ten0
if Ok(s,r) then 1`(n,p) else empty
if n=k andalso p<>stop then str^^p else str
if n=k then k+1 else k
if Ok(s,r) then 1`n else empty
if n=k then k+1 else k

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/new_ptr.cpn
Report generated: Sat Apr 26 10:49:24 2025

Statistics

State Space
Nodes: 35452
Arcs: 595954
Secs: 300
Status: Partial

Scc Graph
Nodes: 18609
Arcs: 501643
Secs: 5

Boundedness Properties

Best Integer Bounds

	Upper	Lower
main'A 1	23	0
main'B 1	11	0
main'C 1	7	0

```
     main'D 1                5          0
     main'NextRec 1          1          1
     main'NextSend 1         1          1
     main'Receiver 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            23`(1,"Modellin")++
17`(2,"g and An")++
12`(3,"alysis b")++
7`(4,"y Means")++
2`(5,"of Colou")
     main'B 1            11`(1,"Modellin")++
8`(2,"g and An")++
6`(3,"alysis b")++
3`(4,"y Means")++
1`(5,"of Colou")
     main'C 1            7`2++
6`3++
4`4++
2`5
     main'D 1            5`2++
4`3++
3`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++
1`5
     main'Receiver 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'Receiver 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
     12534 [35452,35451,35450,35449,35448,...]

  Dead Transition Instances
```

```
    None

  Live Transition Instances
    None


 Fairness Properties
------------------------------------------------------------------------
       main'Receive_Ack 1     No Fairness
       main'Received_Packet 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]):

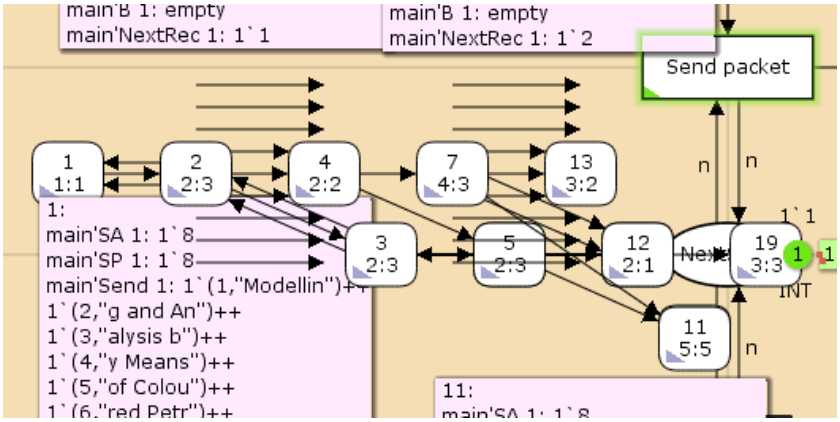


Рис. 1: Граф состояний

Вывод

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

Библиография

1. Зайцев Д. А., Шмелева Т. Р. Моделирование телекоммуникационных систем в CPN Tools. — Одесса : Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова,
2.
3. CPN Tool. — 2014. — URL: http://cpntools.org.