



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Modelling and analysis of real-time systems

Mestrado integrado em Engenharia Informática
Métodos Formais em Engenharia de Software
Arquitetura e Cálculo
4º Ano, 2º Semestre

A82441 - Alexandre Pinho A82313 - Pedro Gonçalves

Braga, maio de 2020

Conteúdo

1	Introdução	2
2	Descrição do problema	2
3	Modelo em UPPAAL	2
4	Especificação de propriedades	4
5	Conclusão	5

1 Introdução

Os autómatos temporais são autómatos que possuem uma noção do tempo e permitem a sincronização de transições com outros autómatos de forma que ao fazer a composição entre eles é possível modelar um sistema temporal complexo a partir de componentes mais simples.

Este relatório é redigido no âmbito da UC de Arquitetura e Cálculo do perfil de mestrado MFES do curso de Engenharia Informático da Universidade do Minho. Ao longo das próximas secções, será descrito o problema proposto, o modelo utilizado para o resolver, e a especificação das propriedades também pedidas.

2 Descrição do problema

O problema discutido neste projeto consiste em modelar a travessia de quatro aventureiros sobre uma ponte. Contudo, a travessia dos aventureiros necessita de respeitar algumas restrições: no máximo só podem atravessar duas pessoas em simultâneo, e é necessário uso de uma lanterna durante as travessias. Neste projeto considerou-se que apenas existe uma única lanterna, e que cada aventureiro demora um certo tempo a fazer a travessia da ponte, sendo que aquando de uma travessia em pares, essa vai possuir a duração do aventureiro mais lento.

3 Modelo em UPPAAL

Para proceder à modelação do problema descrito no capítulo anterior, foram criados dois autómatos. O primeiro autómato, representado na figura 1, modela o comportamento dos aventureiros, sendo que o segundo autómato, figura 2, serve para modelar as diferentes possibilidades de travessias sobre a ponte. Foram também declaradas algumas variáveis globais, de modo a auxiliar os autómatos na representação do sistema, tais como uma variável que indica qual o aventureiro que possui a lanterna, outra que indica qual o lado no qual a lanterna se encontra e também um relógio global, entre outras.

Neste primeiro autómato, foram declarados dois parâmetros, sendo que o primeiro representa o seu identificador e o segundo representa o tempo que demora a concluir uma travessia. Existem duas localizações principais, *left* e *right*, que representam os lados da ponte. As restantes localizações representam o estado após os aventureiros ficarem prontos a iniciar a travessia, *ready* e *ready'*, e o estado quando a travessia é iniciada pelos mesmos, *crossing* e *crossing'*.

Relativamente às transições entre localizações, as transições sem sincronização representam a distribuição da lanterna entre os aventureiros. As transições denominadas *readyLantern!* e *readyNoLantern!*, são instantâneas, e servem para indicar que os aventureiros ficam prontos a atravessar a ponte. Já as transições *crossL!* e *crossNoL!* indicam que os aventureiros vão iniciar a travessia, e é instantânea perante o sistema. Por fim, as transições *crossedL!* e *crossedNoL!*

representam a travessia da ponte por parte dos aventureiros, e possui duração equivalente ao aventureiro mais lento.

As transições descritas anteriormente que possuam *Lantern* e *L* na sua designação são destinadas ao aventureiro possuir da lanterna, sendo que as transições com *NoLantern* e *NoL* na sua designação destinam-se ao acompanhante.

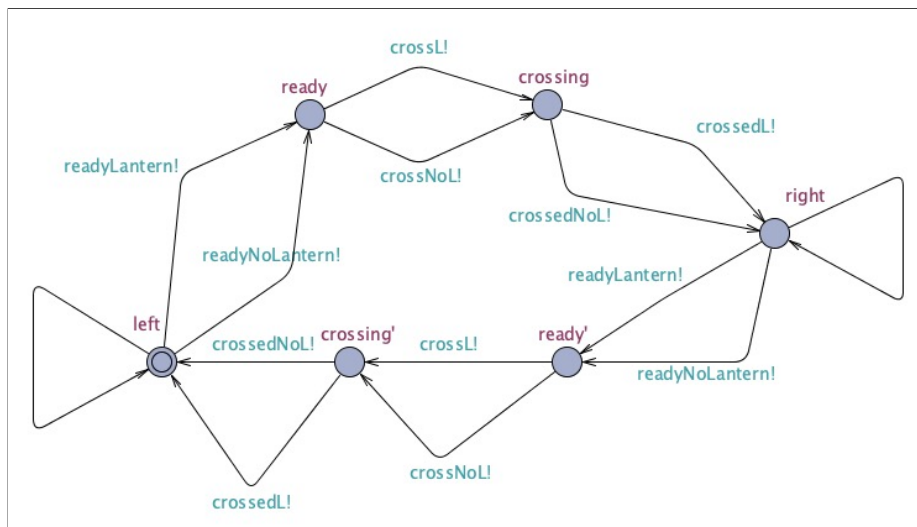


Figura 1 - Autômato Temporal Aventureiro.

Este segundo autômato, tem como objetivo permitir que os aventureiros façam a travessia sozinhos, isto se possuírem a lanterna, ou em conjunto, sendo que um dos aventureiros necessita de ter na sua posse a lanterna. As transições neste autômato sincronizam com as do aventureiro, permitindo a execução das diferentes possibilidades de travessias.

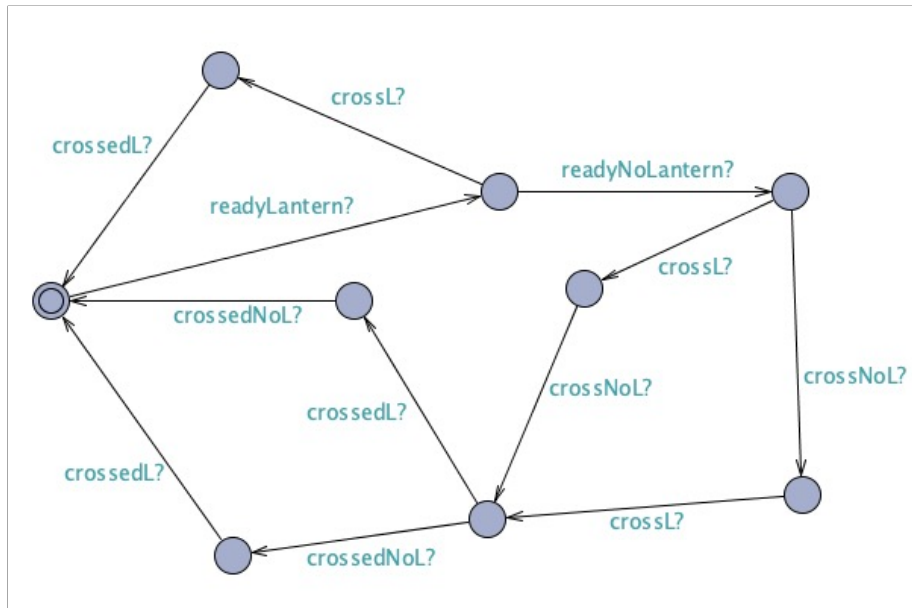


Figura 2 - Autômato Temporal Ponte.

4 Especificação de propriedades

Para verificar que o sistema criado satisfaz as propriedades pedidas no enunciado do projeto, foram especificadas duas propriedades em CTL. A primeira propriedade, figura 3, verifica que é possível que todos os aventureiros se encontrem no lado direito da ponte passados 17 minutos. Já a segunda propriedade, figura 4, verifica que é impossível que todos os aventureiros se encontrem no lado direito da ponte em menos de 17 minutos.

```
E<> AdventurerProcess1.right and  
AdventurerProcess2.right and  
AdventurerProcess3.right and  
AdventurerProcess4.right and global <= 17
```

Figura 3 - Propriedade que verifica se é possível todos os aventureiros estarem na direita em 17 minutos ou menos.

```
A[] (AdventurerProcess1.right and  
      AdventurerProcess2.right and  
      AdventurerProcess3.right and  
      AdventurerProcess4.right ) imply !(global < 17)
```

Figura 4 - Propriedade que verifica se é impossível todos os aventureiros estarem na direita em menos de 17 minutos.

Com a especificação destas propriedades, é possível perceber que o sistema descrito neste relatório tem como melhor caso a travessia dos 4 aventureiros de uma margem para a outra em 17 minutos, o que dá resposta às questões presentes no enunciado do projecto, mostrando que o modelo criado responde ao que era pedido para este trabalho prático.

5 Conclusão

Com este projeto, o grupo considera que os seus conhecimentos sobre autómatos temporais aumentaram, permitindo perceber a sua utilidade para a modelação de sistemas. Foi também possível perceber as principais funcionalidades da ferramenta UPPAAL, e de como é útil para construir/validar modelos.

Em suma, este projeto permitiu ao grupo aumentar os seus conhecimentos sobre a utilização de autómatos temporais e ferramentas como o UPPAAL na modelação de sistemas.