

# Especificação e Modelação

Teste

11 de Janeiro 2018

1. Considere o seguinte modelo Alloy de um sistema formado por componentes, que comunicam entre si por passagem de mensagens num esquema *publish-subscribe*. As mensagens estão classificadas por tópicos, que podem ser subscritos por componentes. Sempre que uma mensagem é enviada é colocada na caixa de entrada de todos os componentes que subscrevem esse tópico. Os tópicos podem ser grupos de outros tópicos, sendo equivalente subscrever um grupo ou todos os tópicos nele contidos (directa ou indirectamente).

```
sig Component {
  subscribes : set Topic,
  inbox : set Message
}

sig Topic {}

sig Group extends Topic {
  groups : some Topic
}

fact {
  all t : Group | t not in t.^groups
}

sig Message {
  topic : one Topic
}

sig Sent in Message {}
```

- (a) (4 pontos) Especifique os seguintes invariantes:
  - Os tópicos das mensagens não podem ser grupos.
  - As caixas de entrada só podem conter mensagens que tenham sido enviadas.
  - As caixas de entrada só podem conter mensagens de tópicos subscritos.
  - Os componentes não podem subscrever tópicos redundantes.
- (b) (2 pontos) Altere o modelo por forma a permitir que as relações `subscribes`, `inbox` e `Sent` possam ser mutáveis. Modifique os invariantes por forma a acomodar esta alteração.
- (c) (4 pontos) Usando predicados especifique as seguintes operações, garantindo que preservam os invariantes e que são consistentes:
  - Cancelamento da subscrição de um tópico.
  - Envio de uma mensagem.

- (d) (2 pontos) Mostre como pode verificar que a operação de envio de uma mensagem é idempotente (enviar repetidamente a mesma mensagem tem o mesmo efeito que enviar apenas uma vez).
- (e) (1 ponto) Utilizando as relações deste modelo indique duas expressões que contenham, respectivamente, um erro de tipos detectável com *bounding types* e um erro de tipos detectável apenas com *relevance types*. Justifique a sua resposta.
2. O jogo *Calculator* é um puzzle que tem por objectivo encontrar a sequência de operações aritméticas que dará origem a um valor objectivo. Por exemplo, o nível 11 deste jogo é o seguinte.



Neste nível o valor inicial é 10, o objectivo é 100, e apenas pode executar 4 operações a escolher de entre as 3 disponíveis (multiplicar por 3, multiplicar por 2 ou subtrair por 5). Uma possível solução é começar por multiplicar por 3, depois subtrair 5, e finalmente multiplicar 2 vezes por 2.

- (a) (4 pontos) Mostre como poderia usar o NuSMV para encontrar uma solução para este nível do *Calculator*. Assuma que a calculadora apenas permite representar números entre 0 e 999.
- (b) (3 pontos) Especifique fórmulas em lógica temporal que permitam verificar (ou refutar) as seguintes propriedades:
- É possível bloquear a calculadora no valor 0.
  - O valor da máquina só pode ser superior a 10 depois de escolhida uma operação de multiplicar.
  - A solução acima apresentada é a única que permite resolver o nível 11.