

Testes

Aula para disciplina de Métodos Formais

Gabriela Moreira

Departamento de Ciência da Computação - DCC
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

18 de junho de 2025



Conteúdo

Exemplo: Um problema da maratona

Testes

Testes baseados em modelos



Outline

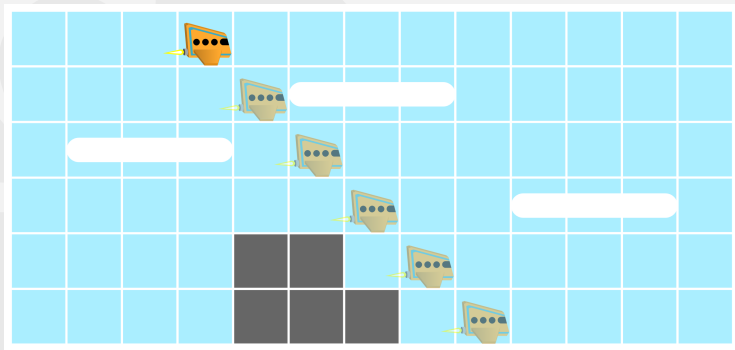
Exemplo: Um problema da maratona

Testes

Testes baseados em modelos



Problema D: Desvio de rota





Outline

Exemplo: Um problema da maratona

Testes

Testes baseados em modelos



Testes comuns

- Vão testar um caso específico
- Podem ser unitários, de integração, etc
 - Existem varias classificações e debates sobre as definições precisas.



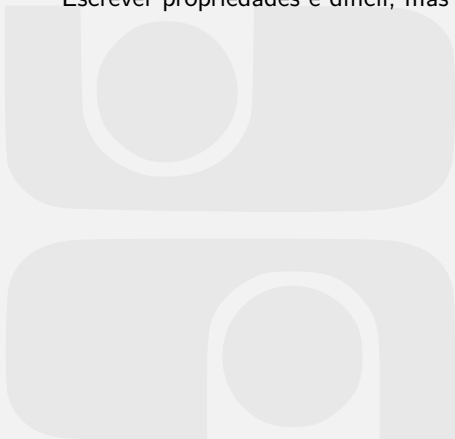
Testes comuns

- Vão testar um caso específico
- Podem ser unitários, de integração, etc
 - Existem varias classificações e debates sobre as definições precisas.
- Exemplos de entrada e saída fornecidos na prova
- Exemplos específicos que os times bolam durante a prova



Testes baseados em propriedades

Escrever propriedades é difícil, mas pode ser muito útil para testes





Testes baseados em propriedades

Escrever propriedades é difícil, mas pode ser muito útil para testes

- Dado um trajeto T de pouso da nave simulado a partir da altura h (saída do programa), e a lista H de alturas das montanhas, $T[i] > H[i]$ para todo $i < N$
- Dado uma altura mínima h (saída do programa), não deve existir altura menor que h tal que a propriedade acima seja verdadeira.



Testes baseados em propriedades

Escrever propriedades é difícil, mas pode ser muito útil para testes

- Dado um trajeto T de pouso da nave simulado a partir da altura h (saída do programa), e a lista H de alturas das montanhas, $T[i] > H[i]$ para todo $i < N$
- Dado uma altura mínima h (saída do programa), não deve existir altura menor que h tal que a propriedade acima seja verdadeira.

Frameworks de property-based testing (PBT) vão gerar inputs aleatórios* para o programa e, para cada um deles, ver se a propriedade é satisfeita. *não necessariamente aleatórios. Muitos frameworks vão tentar valores extremos (zero e `MAX_INT` para inteiros, etc).



Testes baseados em propriedades

Escrever propriedades é difícil, mas pode ser muito útil para testes

- Dado um trajeto T de pouso da nave simulado a partir da altura h (saída do programa), e a lista H de alturas das montanhas, $T[i] > H[i]$ para todo $i < N$
- Dado uma altura mínima h (saída do programa), não deve existir altura menor que h tal que a propriedade acima seja verdadeira.

Frameworks de property-based testing (PBT) vão gerar inputs aleatórios* para o programa e, para cada um deles, ver se a propriedade é satisfeita.

*não necessariamente aleatórios. Muitos frameworks vão tentar valores extremos (zero e `MAX_INT` para inteiros, etc).

Pra quem já fez TEC:

- Semelhante a decisão vs verificação



Testes baseados em propriedades II

E sobre performance?

- No cenário da maratona, os times estariam rodando esses testes na própria máquina.
- O programa em si que é submetido não inclui esses testes
- Dependendo da confiança nos testes, permite otimizações mais agressivas no código base



Testes baseados em propriedades II

E sobre performance?

- No cenário da maratona, os times estariam rodando esses testes na própria máquina.
- O programa em si que é submetido não inclui esses testes
- Dependendo da confiança nos testes, permite otimizações mais agressivas no código base

Para esse cenário da maratona, testes baseados em propriedades seriam a melhor abordagem na minha avaliação.



Testes baseados em propriedades II

E sobre performance?

- No cenário da maratona, os times estariam rodando esses testes na própria máquina.
- O programa em si que é submetido não inclui esses testes
- Dependendo da confiança nos testes, permite otimizações mais agressivas no código base

Para esse cenário da maratona, testes baseados em propriedades seriam a melhor abordagem na minha avaliação.

Program testing can be used to show the presence of bugs, but never to show their absence!

– Edsger Dijkstra



Outline

Exemplo: Um problema da maratona

Testes

Testes baseados em modelos



Testes baseados em modelos

Verificação garante que não existem bugs!





Testes baseados em modelos

Verificação garante que não existem bugs!

Mas e se, na hora de implementar o sistema especificado, eu cometer um erro?



Testes baseados em modelos

Verificação garante que não existem bugs!

Mas e se, na hora de implementar o sistema especificado, eu cometer um erro?

Model-Based Testing (MBT) é uma forma de testar se a implementação está de acordo com a especificação.



Testes baseados em modelos

Verificação garante que não existem bugs!

Mas e se, na hora de implementar o sistema especificado, eu cometer um erro?

Model-Based Testing (MBT) é uma forma de testar se a implementação está de acordo com a especificação.

No contexto do problema da maratona, um exemplo:

- 1 Especificamos a solução em Quint/TLA+
- 2 Verificamos as duas propriedades listadas - Atenção: aqui temos **verificação**, então não pode existir nenhum caso de teste danado da equipe de prova que vai nos pegar desprevidos!
 - Aqui, sabemos que nossa solução está correta. A menos, está de acordo com as propriedades.
- 3 Escrevemos o código C++ equivalente



Testes baseados em modelos II





Testes baseados em modelos II

Até aqui, já estamos bem fundamentados. A chance de cometermos um erro ao escrever 100 linhas de C++ é baixa. Em sistemas mais realistas, a chance de cometer um erro na implementação é bem maior.



Testes baseados em modelos II

Até aqui, já estamos bem fundamentados. A chance de cometermos um erro ao escrever 100 linhas de C++ é baixa. Em sistemas mais realistas, a chance de cometer um erro na implementação é bem maior.

Se quisermos reduzir a chance de erro de implementação, podemos usar MBT:

- ① Escrevemos um adaptador que recebe uma execução (trace) e executa ela no código
 - Pra esse exemplo, temos um único input, então a execução seria somente entrada -> saída. Em outros problemas como no E: El Café, temos múltiplas “consultas” em diferentes estados do sistema (com mais ou menos quantidades de ingredientes).
- ② Usamos o simulador ou model checker para produzir várias execuções a serem dadas para esse adaptador.
 - Aqui entra a parte mais legal: podemos escolher execuções interessantes usando invariantes.
 - Exemplo: Simulador, me dá uma execução aí onde a última montanha é a mais alta de todas
 - Quantas vezes na maratona vocês já construíram inputs na mão a fim de provocar uma certa situação?



Extração de código

Alguns métodos formais, como Coq, permitem extração automática da implementação a partir da especificação.

- No meu TCC, eu implementei um gerador de código Elixir a partir de TLA+.
- Mas ele tá longe de ter a mesma confiança que o do Coq.



Trabalho 2

Nosso trabalho 2 será sobre testes baseados em modelos!

- É o maior ponto de contato entre métodos formais e indústria.
- Eu vou fazer boa parte do trabalho, vocês só vão precisar encaixar as pecinhas e ver funcionando.



Testes

Aula para disciplina de Métodos Formais

Gabriela Moreira

Departamento de Ciência da Computação - DCC
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

18 de junho de 2025