

## MÉTODOS FORMAIS EM ENGENHARIA DE SOFTWARE

### MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E COMPUTAÇÃO

TRABALHO PRÁTICO VDM++, 2013

#### OBJECTIVOS

O trabalho prático consiste na elaboração, documentação e teste de um modelo formal executável de um sistema de software em VDM++ (usando as VDMTools ou as ferramentas do projeto Overture). No final do trabalho, o aluno deverá ter adquirido a capacidade de especificar formalmente sistemas de software em VDM++, e demonstrar a consistência do modelo. Os trabalhos são realizados em grupos de dois ou três alunos.

#### ARTEFACTOS

O projeto deve ser organizado de forma semelhante ao exemplo da Stack (ver resultado em StackExample e passos em VDMToolsTutorial na página de MFES). No que diz respeito aos testes, o projeto deve conter uma ou mais classes de teste, *scripts*, e ficheiros resultantes de *pretty print* (\*.rtf.rtf) mostrando a cobertura dos mesmos. Todos os ficheiros relevantes devem ser integrados num único documento mater.rtf (ver VDMStack.zip e VDMToolsTutorial na página de MFES).

O projeto e o relatório devem ser compactados num ficheiro .zip (TurmaXN1N2N3.zip em que N1-3 são os números dos alunos do grupo) e enviado por e-mail para [apaiva@fe.up.pt](mailto:apaiva@fe.up.pt) ou [rma@fe.up.pt](mailto:rma@fe.up.pt) até às 23:30h do dia 6 de dezembro de 2013. O não cumprimento do prazo poderá ser penalizado em até 2 pontos (em 20) por cada dia de atraso. Antes de compactar, devem renomear ficheiros executáveis (ex., ".bat" para "\_bat"), de forma a não serem interceptados pelos filtros de segurança do e-mail.

#### COMPOSIÇÃO DO RELATÓRIO

1. Lista de requisitos e identificação das principais restrições ao funcionamento correto do sistema de software.
2. Especificação, em VDM++, das restrições identificadas.
3. Diagrama concetual de classes do sistema, em UML, incluindo as principais operações de transações e consultas.
4. Classes e *scripts* de teste.
5. Matriz de rastreabilidade dos testes com os requisitos.
6. Definição completa das classes em VDM++, incluindo invariantes, pré-condições e pós-condições.
7. Informação de cobertura dos testes (ficheiros .rtf.rtf obtidos com *pretty print* depois de correr os *scripts* de teste).
8. Análise da consistência do modelo.

A avaliação final **terá em consideração** os pontos mencionados na composição do relatório e os seguintes pontos:

1. Utilização adequada das estruturas de dados (conjuntos, sequências, funções finitas, etc.)
2. Adequabilidade dos contratos definidos.
3. Significância e cobertura dos testes.
4. Apresentação de uma versão executável construída a partir de código gerado automaticamente pelas VDMTools.

## PERGUNTAS FREQUENTES

### Porque é que as minhas pós-condições são repetições do corpo da função?

A pergunta que o docente vos fará será precisamente o contrário: porque é que o corpo da função é uma repetição da pós-condição? Na maior parte dos casos, essa situação é perfeitamente natural; por exemplo, se a pós-condição de uma função for "o valor de retorno é o produto dos dois argumentos de entrada", então provavelmente o corpo da função irá recorrer às operações aritméticas para multiplicar esses mesmos argumentos. Mas há outras soluções, tais como recorrer a ciclos e somas. O objetivo seria então demonstrar formalmente que o resultado de um ciclo de somas (corpo) seria o produto dos dois argumentos (pós-condição).

### Então é permitido repetir?

A repetição em funções suficientemente complexas ocorre principalmente porque o aluno constrói primeiro o corpo e só depois a pós-condição. Esta assume uma forma "algorítmica", em vez de "declarativa". Na prática, devem entender o exercício como dividido em dois: (1) na construção dos contratos adequados e (2) na implementação através da especificação algorítmica do corpo.

### E por onde devo começar?

Pelos contratos, sem qualquer dúvida! Isto porque se estes forem suficientemente fortes, o sistema de verificação de tipos do VDM++ irá utilizar essa informação para validação "estática", avisando-os de um conjunto de erros sem necessitar de qualquer execução. A implementação do corpo deverá depois seguir uma filosofia de *test-first development*, i.e., primeiro escrevem os cenários de teste, e só depois a implementação.

### Tenho mesmo de programar em Word?

Não. As VDMTools usam o formato .RTF para implementar uma variante do *Literate Programming*, ou programação literária. No entanto, também aceitam ficheiros ASCII com a extensão .VPP. A diferença é que no primeiro, o código está devidamente marcado por um estilo apropriado, sendo tudo o resto ignorado. Isto permite adicionar texto, gráficos e outros artefactos que facilitam a documentação do código. Ver [http://en.wikipedia.org/wiki/Literate\\_programming](http://en.wikipedia.org/wiki/Literate_programming)

## ENUNCIADOS

### T1. Shogi

O Shogi é a versão japonesa do xadrez. O objetivo do jogo é o mesmo do xadrez ocidental, mas mudam-se as peças e o tabuleiro. Vence o jogo quem capturar o rei adversário. Para mais informações e regras do jogo, consultar <http://en.wikipedia.org/wiki/Shogi>.

### T2. Xadrez Rex

REX é uma adaptação do xadrez tradicional ao tabuleiro de formato retangular constituído de 85 casas em formato de hexágono (de preferência), círculo ou retângulo, preenchidos de branco (27), preto (27) e cinza (31). Foi inventado por Arnaldo Rodrigues D'Almeida (brasileiro) em Fevereiro de 1997. As regras do jogo podem ser encontradas em <http://www.jogos.antigos.nom.br/rex.asp>.

### T3. Bagha-Chall

Bagha-Chall significa mudança de tigres e é um jogo nacional do Nepal. O jogo é uma batalha de estratégias pela vida e morte entre os espetaculares tigres e as esquivas cabras. O mais surpreendente neste jogo é que cada parte possui um número diferente de peças e uma condição de jogo diferente, mas ainda assim consegue ser equilibrado. Distinto do xadrez e do jogo de damas, mas contendo elementos destes jogos, as peças são posicionadas nas intersecções das linhas e não nas áreas delimitadas por elas e, movem-se pelas linhas. Consultar <http://en.wikipedia.org/wiki/Bagh-Chal> para mais informações.

### T4. Quoridor

A ideia do jogo é levar o seu peão até o lado oposto do tabuleiro. Seu oponente deve fazer o mesmo, obviamente. E quem chegar do outro lado primeiro, ganha.

Ocorre, porém, que você tem algumas "cerquinhas" que servirão para impedir o avanço de seu oponente, que fará o mesmo.

<http://www.jogos.antigos.nom.br/quoridor.asp>

### T5. Xo Dou Qi

O Xo Dou Qi (ou Dòu Shòu Qí, no pinyin mandarim) surgiu na china em data incerta. É um jogo que utiliza animais esculpidos como peças do jogo, num tabuleiro dividido em várias casas com respetivas inscrições. No Xo Dou Qi é preciso saber correr riscos, avançar na hora certa e recuar quando for preciso.

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Xo\\_Dou\\_Qi](http://pt.wikipedia.org/wiki/Xo_Dou_Qi)

### T6. Jogo Amazonas

O Jogo Amazonas (em Espanhol, El Juego de las Amazonas) é um jogo de tabuleiro para dois jogadores, inventado em 1988 pelo argentino Walter Zamkaskas. Embora o jogo use peças com o mesmo movimento que a dama do xadrez, ele não é, de maneira alguma uma variante do xadrez. Um dos jogadores joga com as peças brancas e o outro com as pretas; cada um tem quatro amazonas, que começam no tabuleiro na configuração mostrada.

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogo\\_Amazonas](http://pt.wikipedia.org/wiki/Jogo_Amazonas)

### T7. Combate

Combate foi um jogo de tabuleiro lançado pela Estrela em 1974 com o nome de Front, posteriormente substituído por Combate. Nos países de língua inglesa é conhecido como Stratego1 .

É um jogo praticado por duas pessoas em que o objetivo é capturar a bandeira adversária, que atualmente foi substituída por um prisioneiro.

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Combate\\_\(jogo\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Combate_(jogo))

### **T8. Lines of Action**

Lines of Action (LoA) é um jogo eletrônico de tabuleiro para dois jogadores, jogado num tabuleiro 8x8 com vinte e quatro peças (doze pretas e doze brancas), inventado por Claude Soucie por volta de 1960.

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Lines\\_of\\_Action](http://pt.wikipedia.org/wiki/Lines_of_Action)

### **T9. 3D Tetris**

Esta versão do jogo Tetris usa um campo de jogo tridimensional, ao contrário do uso geral de duas dimensões em jogos do tipo. O jogador não só roda as peças horizontalmente, mas também verticalmente, resultando em uma peça possuir quatro possíveis direções para mover-se.

[http://pt.wikipedia.org/wiki/3D\\_Tetris](http://pt.wikipedia.org/wiki/3D_Tetris)

### **T10. Cascade game**

Pretende-se especificar uma versão do “Cascade” como a que existe em

<http://www.wordgames.com/cascade-2.html>

### **T11. Paciência de pirâmide**

Retire as cartas da pirâmide fazendo combinações de cartas com um valor combinado de 13 pontos.

[http://www.cadajogo.com.br/jogo/pyramid\\_solitaire\\_1.html](http://www.cadajogo.com.br/jogo/pyramid_solitaire_1.html)

Bom trabalho!

Ana Paiva  
Rui Maranhão