Projeto de LI1 - Sokoban
Grupo 163

Sérgio Jorge (A77730) José Martins (A78821)

3 de Janeiro de 2016

Resumo

Neste relatório vamos fazer uma análise acerca do trabalho realizado na segunda fase do projecto no âmbito da UC de Laboratórios de Informática I com o objetivo de desenvolver o jogo Sokoban na linguagem Haskell, com recurso à biblioteca Gloss. Contudo, o relatório apresenta também o jogo realizado pelo nosso grupo com ajuda das várias tarefas resolvidas propostas pelas professores de modo a facilitar o desenvolvimento do mesmo bem como, todo o processo do mesmo.

Conteúdo

1 Introdução

Este projeto foi realizado com o objetivo de construir um jogo, o Sokoban, semelhante ao apresentado em sokoban.info. Foram propostas pelos professores, 6 tarefas computacionais, realizadas na linguagem Haskell, na qual a conclusão e a interligação de 5 delas permitiu a realização da última, o desenvolvimento do jogo. As 5 tarefas permitiu por um lado, melhorar e consolidar os conhecimentos da linguagem, visto que para resolver as tarefas foi necessário recorrer à documentação e a conhecimentos lecionados na UC de Programação Funcional. Por outro, permitiu aprender processos na resolução de problemas, porque solucionou-se pequenos problemas simples de modo a concluir cada tarefa sendo que a resolução das tarefas ajudou a desenvolver o objetivo e problema principal, daí o provérbio "Dividir para reinar". Como a maior parte do trabalho já estava feito na altura da realização do jogo, devido ao facto anteriormente apresentado, apenas faltou adicionar certos extras de forma a tornar o jogo mais completo e belo. Assim, de modo a facilitar a compreensão do projeto, o relatório está dividido da seguinte maneira:

Secção 2 : Apresentação do problema;

Secção 3 : Resolução do problema;

Secção 4 : Conclusões do projeto.

2 Problema

Na segunda fase do projeto de LI1, subordinado ao jogo Sokoban, é-nos pedido para dar continuidade ao trabalho realizado na primeira fase do projeto, onde tínhamos como objetivo, validar um mapa dado, visualizar o mapa e calcular o estado resultado da execução de um comando. A 2º tarefa da 1º fase do projeto (visualizar o mapa) ajuda também na produção do jogo visto que facilita desenhar o mapa no ecrã bem como para saber se o jogo já finalizou ou não. Mas, a 2º fase é a que permitirá, de certa forma, encadear da melhor maneira todos os processos necessários para o jogo correr. Assim, foram definidas tarefas (tal como na fase 1) a realizar.

Tarefa D

O código deverá ser capaz de calcular o resultado de toda a execução de uma sequência de comandos dada na última linha do input e deverá fazê-lo até ao fim do puzzle ou até ao fim do último comando. Esta é uma parte que ainda não envolve ambiente gráfico e deve apresentar, como output, uma linha com o texto "FIM"ou "INCOMPLETO"assim como, o número de comandos executados. Há ainda a dizer que o texto depende da configuração final que for atingida.

A tarefa serve como uma base para a implementação de eventos, ou seja, o programa deverá, depois, ser capaz de saber como reagir a determinados comandos do teclado do utilizador e como estes influenciam e são influenciados pelo jogo.

Tarefa E

Nesta parte do projeto, é suposto determinar-se a largura e a altura do menor retângulo que consiga envolver uma Picture da biblioteca Gloss.

É um exercício que tem por finalidade, fazer com que haja e surja um conhecimento considerável em relação à biblioteca em questão.

Tarefa F

Esta é a tarefa em que se concretiza o próprio jogo *Sokoban* englobando e juntando a parte de código com a parte gráfica. O objetivo é proporcionar ao utilizador um jogo numa janela gráfica, com a qual se torna possível interação e na qual devem estar implementadas todas as regras e funcionalidades fieis ao jogo original *Sokoban*.

3 Solução

3.1 Estruturas de Dados

As estruturas de dados são bastante importantes no desenvolvimento do jogo pois permite a transformação e armazenamento dos dados. Destaca-se neste trabalho as seguintes estruturas:

String/lista de String : Essenciais ao longo de todo o projeto pois contém os mapas;

lista de (Int,Int) : Usado no armazenamento de coordenadas;

Picture : Permite desenhar a parte gráfica do jogo;

Command : Essencial para a mudança das coordenadas do boneco e das caixas;

Events : Inputs do teclado, do rato, etc. Essencial no jogo, pois após um input altera-se o estado geral do jogo (Seja mover o boneco, seja alterar de nivel, etc);

Mapa : Principal tipo no jogo, pois possui a informação 'instantânea' essencial para alterar o estado geral do jogo, ou seja com este tipo podemos alterar quase tudo no jogo.

3.2 Implementação

3.2.1 Tarefa D

Já que nesta parte é necessário calcular o resultado de toda a execução de uma sequência de comandos dada na última linha do input, é evidente que é recebido um mapa válido com comandos como "U","L","R"e "D"que estão relacionados com o caminho que a personagem deve assumir no jogo em si.

Então, para começar, é preciso tratar os dados do input e, portanto, faz-se a divisão em tabuleiro e coordenadas através da função parteMapaB que, usa SplitAt com auxílio da função contaListasMapa para saber quando é que tem de fazer a divisão. Depois, com a função colocaCaixas e depois de lidas as coordenadas das caixas do input, colocamos-as no mapa.

Com o mapa preparado, é então altura de colocarmos o boneco a mover-se. Relativamente às coordenadas da personagem, são também usadas duas funções: sTOI que converte uma string numa lista de dois números e liTOT que recebe uma lista de dois números e converte num tuplo. Depois, temos a função mudaCoordsCaixas que muda as coordenadas das caixas caso o boneco empurre uma delas. É também importante evidenciar a presença da função verificaMov que verifica se o movimento é válido. Relativamente aos comandos, a função converteC converte o carater para Command e converteString que converte uma string de comandos numa lista de Command. Há também a contagem do número de comandos executados que é necessária para o output da tarefa.

Assim, a tarefa tem por base uma condição que devolve "FIM"ou "INCOMPLETO"tendo em conta a veracidade da função verificaCI. Esta é uma função que trata de verificar se dadas aquelas coordenadas de caixas e da personagem e dados aqueles comandos, é possível ou não completar o puzzle.

3.2.2 Tarefa E

Para a resolução desta tarefa e dado que os construtores ThickCircle, Arc, ThickArc e Text não podem ser envolvidos num retângulo, centrámos as nossas atenções nos construtores Polygon, Line, Circle, Bitmap, Color, Translate, Rotate, Scale e Pictures. Antes de mais, construímos a função larAlt (que serve como a base da tarefa) que dada uma Path converte num tuplo de Floats e o que essa função faz é primeiro aplicar unzip.

```
unzip :: [(a, b)] -> ([a], [b])
```

Depois faz-se a subtração entre o máximo de a e o mínimo de a e a subtração entre o máximo de b e o mínimo de b. Com isto, e dado que uma Path é uma lista de pontos, conseguimos saber a distância entre os pontos mais distantes, ou como quem diz, a largura e a altura. Assim, com esta função, temos como objetivo converter tudo para Path porque daqui podemos tirar a largura e a altura. Em relação aos diferentes construtores:

Polygon e Line : dado que o argumento de polygon e da line é um Path, a largura e a altura do retângulo é dada pela aplicação da função larAlt aos construtores;

Circle : dado um certo raio calculamos vários pontos da circunferência segundo uma função matemática resultando disso um conjunto de pontos;

Bitmap : a partir da altura e largura dada pelo construtor Bitmap calculamos os quatro pontos extremos do retangulo da imagem;

Color : como a função Color em nada altera o conjunto de pontos e consequentemente a largura e a altura, então ignoramos a função;

Translate : usamos uma função auxiliar (translateM) que recebe dois argumentos (x e y) e um conjunto de pontos (Path) e soma o argumento x aos 1º elementos do conjunto dos pontos e o argumento y aos 2º elementos do conjunto de pontos de forma a poder mudar de posição a Picture a partir dos valores dados;

Rotate : usamos uma função auxiliar (rotateM) que recebe um conjunto de pontos(Path) e um ângulo em graus e aplica uma função matemática ao conjunto de pontos, rodando assim cada ponto segundo um ângulo em radianos, convertido pela função toRad;

Scale : usamos uma função auxiliar (scaleM) que recebe dois argumentos (x e y), um conjunto de pontos e multiplica o argumento x pelos 1º elementos do conjunto de pontos e o argumento y pelos 2º elementos do conjunto de pontos de forma a poder "escalar"a Picture pelos fatores dados;

Pictures : para este construtor usamos uma função auxiliar (picLA) que transforma uma lista de Pictures num conjunto de pontos. Assim, aplicando picLA e larAlt é possível saber a largura e a altura do retângulo.

3.2.3 Tarefa F

Nesta tarefa, procuramos variar no que no ambiente gráfico diz respeito e, portanto, procuramos estabelecer 5 temas (Classic, Mario, Luigi, Zelda, Link) que tornassem a interface do jogo diferente. É apresentada na consola uma pergunta ao utilizador em que o questiona sobre que tema deseja e que nível deseja jogar. Depois, o mapa inicial é definido pelo seu tamanho (tMapa) na qual o seu comprimento é length de uma lista de caracteres do mapa vezes o tamanho dos elementos (boneco, as caixas e as paredes) e a sua largura é o número de listas ou linhas vezes o tamanho dos elementos (boneco, as caixas e as paredes).

É depois criado o jogo em si, tendo em conta o mapa inicial, uma função que desenha o mapa e a função que reage a eventos. Tudo isto, resulta num play, que origina o jogo em 'play'.

A função que desenha o jogo (desenhaMapa), está definida para criar um título, instruções, o próprio boneco no mapa, o conteúdo do jogo (caixas, paredes e posições finais), score/classificação e estado do nível. Esta função, no seu essencial, usa construtores do Gloss porque o importante aqui é gerar o grafismo no jogo em si.

No que diz respeito a código em si, temos três funções importantes para o funcionamento do jogo:

desenhaMapa : Desenha o Jogo. Para tal, esta função recebe Pictures como o boneco, as caixas, as paredes, as posições finais e as caixas finais (Picture que as caixas tomam quando estão na posição final),recebe também o título do jogo e o próprio mapa e com isto "origina"um conjunto de Pictures com as instruções, título do jogo, score, estado do jogo, boneco, um painel com os autores do jogo e também todas as paredes, caixas e posições finais. O título é à base de uma imagem pré-feita e colocada no diretório do jogo, sofrendo uma translação para o local defenido. Para o "made"que origina o texto com os autores do jogo, usámos construtores Text e Color do Gloss permitindo escrever texto associado e mudar a cor do mesmo, sofrendo uma translação de modo a ficar no sítio por nós defenido. O mesmo acontece para o painel de instruções do jogo, com uma diferença, é também desenhado a aba cinzenta na qual está localizado o score, o estado do jogo, o "made", e as instruções. Em relação ao jogo propriamente dito, esta função (desenhaMapa) coloca o boneco no mapa, desenha as caixas, paredes e posições finais a partir da auxiliar desenhaTab. A função DesenhaMapa "mostra"também o score com recurso aos construtores do Gloss (Scale, Translate, Text e Color) e ao "contador"incluído no mapa(tipo), em que a cada movimento, este aumenta uma unidade. A função stateGame "mostra"o estado do jogo, com recurso aos construtores do gloss, a partir de uma variável booleana (fon) incluída no mapa(tipo), que indica quando é que o nível está ou não concluído.

```
desenhaMapa :: (Picture,Picture,Picture,Picture,Picture) -> Picture -> Mapa -> Picture
desenhaMapa (boneco,caixa,parede,pf,caixaf) title ((xMapa,yMapa),((x,y):t),coords,n,ms,semCardTab,
  fon,nMapa) = Pictures [instrucoes,titulo,made,paredesCPf,figuraBoneco,score,sG]
    where
    -- desenha Titulo do Jogo
    titulo = Translate (((toEnum xMapa)/2)+115) 215 $ Scale (0.25) (0.25) $ title --Translate (((
    toEnum xMapa)/2)+30) (200) $ Scale (0.50) (0.50) $ Color magenta $ Text "Sokoban"
    --made by
    made = Color black $ Pictures [Translate (((toEnum xMapa)/2)+32) (150) $ Scale (0.15) (0.15) $
      Text "made by:Jose Carlos",Translate (((toEnum xMapa)/2)+120) (130) $ Scale (0.15) (0.15) $
      Text "Sergio"]
    -- desenhas as instruçoes
    instrucoes = Pictures [Translate (((toEnum xMapa)/2)+30) 0 $ Color (makeColor 0 0 0 0.2) $
      Polygon [(0,-500),(400,-500),(400,500),(0,500)],insmapaPrevious,insmapaNext,insundo,
      insrestart]
    insmapaPrevious = Color black $ Translate (((toEnum xMapa)/2)+32) (-40) $ Scale (0.14) (0.15) $
       Text "'b' : prev level"
    insmapaNext = Color black $ Translate (((toEnum xMapa)/2)+32) (-80) $ Scale (0.14) (0.15) $
      Text "'n' : next level"
    insundo = Color black $ Translate (((toEnum xMapa)/2)+32) (-120) $ Scale (0.15) (0.15) $ Text "
      'u' : undo"
    insrestart = Color black $ Translate (((toEnum xMapa)/2)+32) (-160) $ Scale (0.15) (0.15) $
      Text "'r' : restart"
    -- desenha boneco
    figuraBoneco = Translate (toEnum x) (toEnum y) boneco
    -- desenha caixas, paredes e posiçoes finais
    paredesCPf = desenhaTab ms (-((fromIntegral xMapa)/2),(fromIntegral yMapa)/2) (parede,pf,caixa,
      caixaf)
    -- desenha score
    score = Color red $ Translate (((toEnum xMapa)/2)+40) (0) $ Scale (0.25) (0.25) $ Text ("
      Moves: " ++ show n)
    -- desenha estado do nivel
    sG = stateGame (xMapa,yMapa) fon
```

reageF : Reage ao "teclar" do jogador. Este jogo contém funcionalidades adicionais como o restart e o undo. Esta função recebe um evento do utilizador dado pelo teclado e um mapa(tipo) e perante determinado evento, age de acordo com o mesmo. Portanto, quando a tecla R é pressionada, é chamada a função auxiliar restart que reinicia o nível e, quando a tecla U é pressionada, é chamada a função auxiliar undo que volta um passo atrás no nível.

```
reageF :: [String] -> Event -> Mapa -> Mapa
reageF lMapas (EventKey (Char 'r') Down _ _) mapaIns = restart mapaIns --restart
reageF lMapas (EventKey (Char 'R') Down _ _) mapaIns = restart mapaIns --restart
reageF lMapas (EventKey (Char 'u') Down _ _) (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),[c],n,ms,tab,fon,nMapa) =
   (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),[c],n,ms,tab,fon,nMapa) -- undo
reageF lMapas (EventKey (Char 'U') Down _ _) (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),[c],n,ms,tab,fon,nMapa) =
   (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),[c],n,ms,tab,fon,nMapa) -- undo
reageF lMapas (EventKey (Char 'u') Down _ _) (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),(c:cs),n,ms,tab,fon,nMapa
  ) = undo (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),cs,n,ms,tab,fon,nMapa) -- undo
reageF lMapas (EventKey (Char 'U') Down _ _) (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),(c:cs),n,ms,tab,fon,nMapa
  ) = undo (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),cs,n,ms,tab,fon,nMapa) -- undo
reageF lMapas e (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),(c:cs),n,ms,tab,fon,nMapa)
      |fon==True = mapaIns
      |otherwise = mcpMapa lMapas nMapa (reageEvento e mapaIns) e
      where mapaIns = (tMapa,((xBoneco,yBoneco):t),(c:cs),n,ms,tab,fon,nMapa)
```

reageEvento : Reage ao pressionar das setas do teclado, movendo o boneco 40 pixels numa determinada direção. Esta é a função que origina o movimento no jogo e recebe um evento do teclado do utilizador e um mapa(tipo) e devolve outro mapa(tipo). Como base há o uso da auxiliar moveBoneco que mexe as coordenadas x e/ou y do boneco conforme a tecla pressionada. No entanto, há algumas condições a ter em conta relativamente ao movimento da personagem já que se no movimento encontrar parede, então não move; se encontrar uma caixa verifica se a caixa pode ser mexida. Se sim, então a caixa e o boneco mexem-se. Se não, então não há movimento.

```
reageEvento :: Event -> Mapa -> Mapa
reageEvento (EventKey (SpecialKey KeyDown)    Down _ _) (tMapa,coordsB,coords,n,ms,tab,fon,nMapa)
                                |devolveCD1 == '#' = mapaI
                                |devolveCD1 == 'H' || devolveCD1 == 'I' = if(devolveCD2 == '#' ||
                                  devolveCD2 == 'H' || devolveCD2 == 'I')
                                                                        then mapaI
                                                                        else (tMapa,moveBD:
                                                                          coordsB,mudaCD:coords,n
                                                                          +1,colocaCaixas tab
                                                                          mudaCD,tab,verificarCI
                                                                          (colocaCaixas tab
                                                                          mudaCD),nMapa)
                                |otherwise = (tMapa,moveBD:coordsB,mudaCD:coords,n+1,colocaCaixas
                                  tab mudaCD,tab,verificarCI (colocaCaixas tab mudaCD),nMapa)
                                where
                                ((xBoneco,yBoneco):t) = coordsB
                                devolveCD1 = devolveCaracterB (contalinhasB (reverse ms) ((convY
                                  tMapa yBoneco)-1) 0) (convX tMapa xBoneco) 0
                                devolveCD2 = devolveCaracterB (contalinhasB (reverse ms) ((convY
                                  tMapa yBoneco)-2) 0) (convX tMapa xBoneco) 0
                                mapaI = (tMapa,coordsB,coords,n,ms,tab,fon,nMapa)
                                moveBD = moveBoneco (0,-tBCPi) (xBoneco,yBoneco)
                                mudaCD = mudaCoordsCaixas (convX tMapa xBoneco) ((convY tMapa
                                  yBoneco)-1) (head coords) D
```

Funções adicionais que acrescentam originalidade e variedade ao jogo:

restart : Reinicia o nível;

undo : Volta um passo atrás;

mcpMapa : Permite passar para o nível anterior ou seguinte.

3.3 Testes

Para a realização da tarefa D, criámos testes que nos pudessem dar outputs diferentes para, assim, podermos atestar à fiabilidade do código. Alguns dos testes:

```
TESTE 1
####################
#####   ############
#####   ############
#####   ############
###      ###########
### # ## ###########
#   # ## #####  ..#
#               ..#
##### ### # ##  ..#
#####     #########
####################
11 2
5 8
7 7
5 6
7 6
2 3
5 3
ULDRUU
INCOMPLETO 3
```

```
TESTE 2
####################
#####   ############
#####   ############
#####   ############
###      ###########
### # ## ###########
#   # ## #####  ..#
#               ..#
##### ### # ##  ..#
#####     #########
####################
11 2
2 16
ULDRUU
FIM 0
```

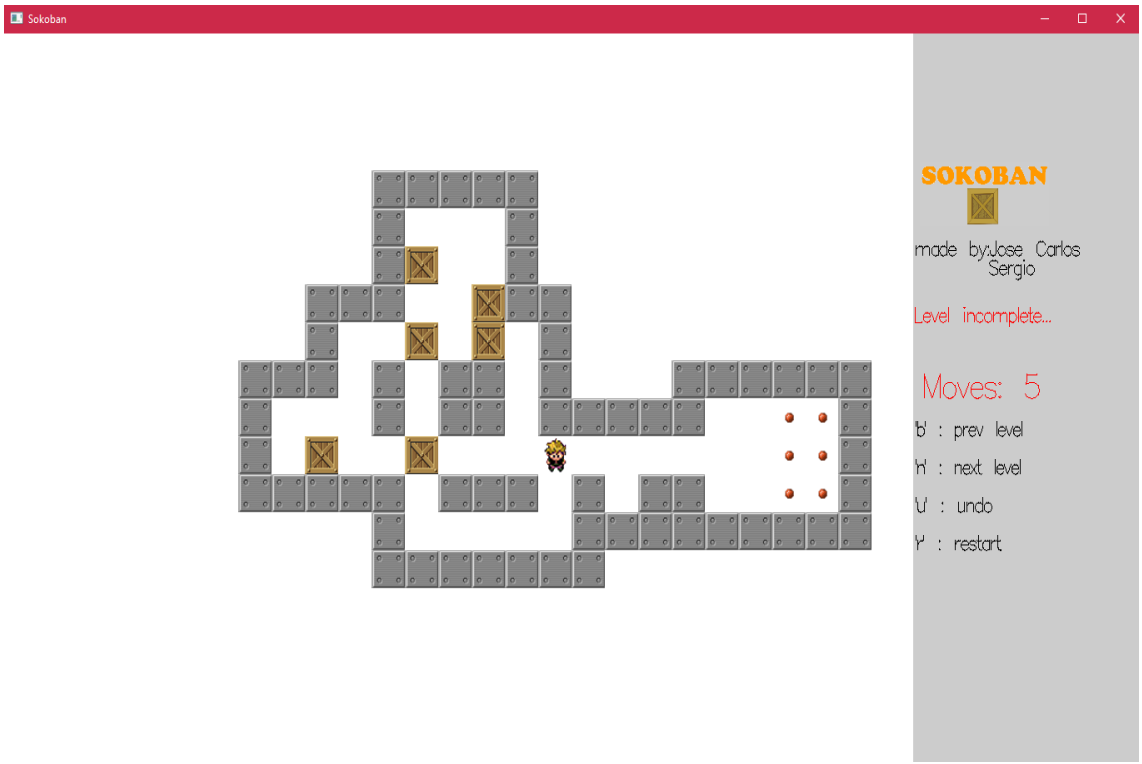
```
TESTE 3
########
##    .#
########
2 1
3 1
ULDRUURR
FIM 3
```

```
TESTE 4
########
##    .#
########
2 1
3 1
ULDRUURRRULD
FIM 3
```

Para a realização da tarefa E, criámos testes que nos pudessem também dar outputs diferentes para, assim, podermos atestar à fiabilidade do código. Estes testes estão presentes no próprio código da tarefa (ficheiro: TarefaE.hs). De seguida, mostraremos alguns dos testes:

```
test3 = TestCase (assertEqual "for Circle 20," "40 40" (fTeste (Circle 20)))
test8 = TestCase (assertEqual "for Color white (Circle 20)," "40 40" (fTeste (Color
white (Circle 20))))
test9 = TestCase (assertEqual "for Rotate 57 (Circle 20)," "40 40" (fTeste (Rotate
57 (Circle 20))))
test12 = TestCase (assertEqual "for Pictures []," "0 0" (fTeste (Pictures [])))
```

3.4 Resultado Final



4 Conclusões

Este projeto de duas fases serviu para aprofundarmos o conhecimento da linguagem Haskell, assim como as bibliotecas que lhe estão associadas. Achámos que, com a realização de um trabalho deste tipo permite uma consolidação proveitosa da linguagem, não só em termos teóricos como também em termos práticos e acaba por ser uma forma diferente de cimentar os conteúdos de Programação Funcional. Permite também melhorar as habilidades na resolução de problemas. Concluímos também que:

- É possível fazermos coisas engraçadas e aplicarmos com grande utilidade aquilo que à partida e, numa primeira fase, nos parece demasiado limitado, isto no que diz respeito à linguagem Haskell;
- Podemos ficar com uma ideia do que é programar e trabalhar em equipa, e neste contexto, ressalta-se a importância e a utilidade que encontramos no "svn";
- Permite desenvolver capacidades no que toca à produção de relatórios em Latex.