

Dominó

Inês Justo

Rafael Maio

Resumo – Neste relatório, pretende-se explicar como foi criada a aplicação Web, desenvolvida no âmbito da Unidade Curricular de Computação Visual, do 4º ano do Mestrado Integrado em Engenharia de Computadores e Telemática. Esta aplicação foi desenvolvida em WebGL e Javascript e permite ao utilizador jogar Dominó contra um agente de inteligência artificial, bem como rodar e mover as peças do jogo no espaço 3D.

Abstract – This report aims to explain how a web application, developed within the scope of the Visual Computing Course Unit of the 4th year of the Integrated Master in Computer Engineering and Telematics, was created. This application was developed in WebGL and Javascript and allows the user to play Domino against an artificial intelligence agent, as well as rotate and move game pieces in the 3D space.

I. INTRODUÇÃO

No âmbito da Unidade Curricular de Computação Visual, foi desenvolvida uma aplicação web que tem como principal objetivo dar ao utilizador possibilidade de jogar "Dominó" de forma interativa através da movimentação e rotação de peças para uma melhor e mais divertida experiência de jogo.

II. REGRAS DO JOGO

Esta implementação do dominó é diferente das versões mais usadas. A pontuação, as formas possíveis de posicionamento das peças no tabuleiro, bem como a condição de fim do jogo foi algo que teve de ser decidido. Neste documento todas essas alterações são explicadas e exemplificadas de modo à boa compreensão do jogo.

O jogo tem 2 participantes: o utilizador da aplicação web e um agente de inteligência artificial. Inicialmente, 7 peças são atribuídas a cada jogador, de um total de 28 diferentes. Cada peça tem o formato de um paralelepípedo, com uma face branca, dividida em dois lados, cada um desses lados possuindo pontos pretos, o seu número variando de 0 a 6.

A peça que contém 6 pontos pretos em cada parte da face branca será a primeira peça a ser jogada. Esta peça é sempre atribuída ao agente pelo que este será sempre o primeiro a jogar.

As jogadas seguintes terão de ser efetuadas nas extremidades das peças já colocadas no tabuleiro, desde

que a peça a ser jogada esteja de acordo com as algumas regras que definiremos a seguir.

A. Posicionamento das peças no tabuleiro

As extremidades de uma peça são sempre as ilustradas a verde na Fig.1. Sendo assim, uma peça nunca pode ser posicionada na zona ilustrada a vermelho (Fig.1) de uma peça do tabuleiro.



Fig. 1

ILUSTRAÇÃO DAS EXTREMIDADES (A VERDE) DE UMA PEÇA.

Quando a peça que o utilizador quiser jogar estiver bem posicionada (ao lado das extremidades), apenas pode ser adicionada ao tabuleiro, sendo assim uma jogada válida, se esta estiver suficientemente perto da extremidade da peça do tabuleiro.

No entanto, é também necessário que o número de pontos em ambas as extremidades que se encontram perto coincidam.

Caso a a peça a ser jogada esteja perpendicularmente à extremidade da peça do tabuleiro e o número de pontos da extremidade da peça do tabuleiro coincida com o número de pontos de uma das extremidades da peça a ser jogada, esta será ajustada de modo às extremidades se tocarem.

Se porventura a peça a ser jogada for uma "dupla", ou seja, contiver o mesmo número de pontos negros em ambas as metades da face branca (i.e. 0_0; 1_1; 2_2; ... ; 6_6), esta deve ser colocada perpendicularmente à extremidade da peça no tabuleiro. Ao optar por jogar essa peça, o jogador provocará o reajustamento da mesma, de modo à peça nova do tabuleiro ficar com o seu centro ao lado da extremidade da outra peça. Assim, provocará a existência de duas possíveis extremidades para a continuação do jogo.

Por último, o utilizador tem de ter em conta que não poderá colocar peças que fiquem em contacto com outra peça no tabuleiro, que não seja a extremidade da peça que querará entrar em contacto.

B. Peças de fora do tabuleiro

Sempre que um jogador não encontrar uma jogada válida com a sua mão, este irá buscar uma às peças que

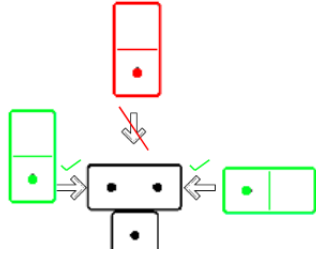


Fig. 2

COMO POSICIONAR PEÇAS COM NÚMERO DE PONTOS DIFERENTES EM CADA EXTREMIDADE EM RELAÇÃO A PEÇAS COM O MESMO NÚMERO DE PONTOS EM CADA EXTREMIDADE

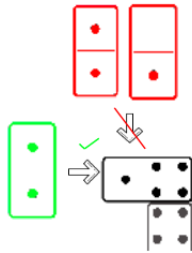


Fig. 3

COMO POSICIONAR PEÇAS EM RELAÇÃO A PEÇAS COM NÚMERO DE PONTOS DIFERENTES EM CADA EXTREMIDADE. (VER DEFINIÇÃO DE EXTREMIDADE DE UMA PEÇA NA FIG.1)

estão de fora. Sempre que o faz, passa a vez de jogar ao outro jogador. Esta jogada só é possível enquanto houver peças de fora, no "baralho".

É dado ao utilizador liberdade de ir buscar peças em qualquer situação.

C. Inteligência do agente

De forma a adicionar alguém com quem o utilizador possa jogar, adicionou-se um agente de inteligência artificial. Como não é do âmbito da Unidade Curricular, não se implementou uma alta inteligência ao agente.

O agente verifica se tem alguma jogada nas extremidades do tabuleiro comparando estas com a sua mão, se sim, vai jogá-la na posição paralela a esta. Caso esta peça que tentou jogar esteja em colisão com uma outra ou não tenha alguma peça que possa ser jogada numa extremidade este irá buscar uma nova peça ao baralho adicionando-a à sua mão. Quando o baralho não tem mais peças este não tem mais movimentos possíveis e desistirá da jogada, passando a vez ao utilizador.

D. Pontuação

A pontuação de cada jogador é calculada quando o jogo acaba. Cada jogador pontua a soma dos pontos pretos em todas as peças que o adversário não conseguiu pôr em jogo. O jogador com maior pontuação ganha.

E. Fim do jogo

O jogo acaba quando ambos os jogadores não encontrarem nenhuma peça na sua mão que consigam posicionar no tabuleiro e já não houver peças fora de jogo para ir buscar.

No caso de um jogador conseguir posicionar no tabuleiro a sua última peça, não tem de ir buscar às peças fora do jogo, apenas tem de esperar que o adversário acabe as suas peças ou fique sem jogadas possíveis e não haja mais fora do jogo. Ou seja, se esta situação acontecer o jogador que ficou sem peças primeiro, ou ganha, ou empata a 0 - 0;

III. APLICAÇÃO

A aplicação está desenhada de forma a que o utilizador tenha a melhor experiência de jogo possível. No centro do ecrã encontra-se o jogo em funcionamento, com as peças do agente de inteligência artificial em cima voltadas com a face com pontos para trás, no centro as peças do tabuleiro, nomeadamente a 6_6 que pertencem ao agente, e em baixo as peças pertencentes ao utilizador. No lado esquerdo e direito estão posicionados botões e outros meios de interação ao dispor do utilizador. Finalmente, no lado esquerdo estão descritas as instruções fundamentais do funcionamento do jogo e no lado superior direito informação acerca da quantidade de peças fora do baralho para proveito dos jogadores.

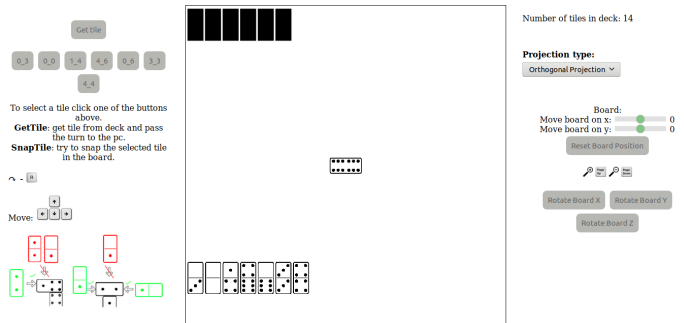


Fig. 4

ESTADO INICIAL DA APLICAÇÃO WEB

A. Seleção de peças

Para o utilizador selecionar uma peça, terá de clicar no botão correspondente, no conjunto de botões representantes de cada peça do jogador. Esta vai rodar



Fig. 5

BOTÕES COM O NOME DE CADA PEÇA QUE POSSUI

90° graus em relação ao eixo dos Z e mover-se-á da sua posição original para o tabuleiro na posição central em relação ao eixo dos X, mudando também de cor para vermelho. Posteriormente, a peça permanecerá sempre vermelha até ao momento em que se encontrará com a sua extremidade próxima de uma extremidade de uma peça do tabuleiro, instante em que mudará de cor para verde, ou quando o jogador selecionar outra peça, o que provocará uma mudança de cor para azul da peça anteriormente selecionada.

Dentro do tópico de cores dos pontos das peças, sempre que o agente com inteligência artificial coloca uma peça no tabuleiro, esta tem os seus pontos cinzentos. Sendo esta alteração de cor feita de modo a facilitar ao utilizador a perceção de que peça é que o seu adversário jogou.

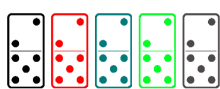


Fig. 6

FACES COM DIFERENTES CORES QUE PODEM SURTIR AO JOGAR

B. Movimento e Rotação de peças selecionadas

Para mover nos eixos do X e Y a peça selecionada pelo utilizador, usa-se as setas do teclado. Já a rotação é efetuada de 90 em 90 graus usando a tecla "r".

C. Encaixe no tabuleiro

Quando a extremidade da peça estiver próxima de uma extremidade de uma peça do tabuleiro, tal como dito anteriormente, mudará de cor para verde. Nesse momento, o botão "Snap Tile" tornar-se-á visível ao lado do botão "Get Tile", que permitirá ao utilizador fazer o encaixe da peça no tabuleiro. Embora a peça esteja verde é possível que esta não encaixe, pois o número de pontos pode não coincidir, ou pode estar a ocorrer uma colisão com outra peça do tabuleiro, não respeitando as regras anteriormente definidas. Mas se a peça estiver a verde e de acordo com todas as regras do jogo, esta ajustar-se-á de forma a estar em contacto com a extremidade, passando a fazer parte do tabuleiro.

D. Peças de fora do tabuleiro

Caso o jogador necessite de uma peça nova tem que usar o botão "Get Tile", uma nova peça irá ser colocada na sua mão, assim como o botão respetivo a esta nova peça. Logo a seguir, será a vez do agente de inteligência artificial fazer a sua jogada instantaneamente. Quando não houver mais peças no "baralho", este botão desaparece, deixando de ser possível obter novas peças.

E. Projeções

É dada ao utilizador a opção de escolher a projeção que preferir a qualquer momento no decorrer do jogo.

Existem duas projeções possíveis, a ortogonal e a perspectiva. A projeção pode ser alterada no menu *drop-down* do lado superior direito. Caso se esteja na projeção ortogonal, é possível alterar-se o *zoom* do jogo usando as teclas *PageUp* e *PageDown*. Estando na projeção perspectiva, o *zoom* é alterado a barra de *slide* "Zoom in/out (field of view)".

Zoom in/out (field of view):
45

Fig. 7

BARRA DE *slide* PARA CONTROLO DO ZOOM, QUANDO EM PERSPECTIVA

F. Movimento e Rotação do tabuleiro

Uma outra funcionalidade é a movimentação do tabuleiro segundo o eixo dos X e Y usando as barras de *slide* "Move board on x" e "Move board on y" correspondentemente. Decidiu-se não se implementar a

Move board on x: 7
Move board on y: 0
Reset Board Position

Fig. 8

BARRAS DE *slide* PARA CONTROLO DO MOVIMENTO DO TABULEIRO

movimentação do tabuleiro segundo o eixo dos Z devido à inutilidade neste contexto, visto que o utilizador pode fazer zoom das peças.

Para o tabuleiro voltar à posição original rapidamente, pode-se pressionar o botão "Reset Board Position". A rotação do tabuleiro pode ser feita nos eixos X, Y e Z, ativando os botões "Rotate Board X", "Rotate Board Y" e "Rotate Board Z", correspondentemente. Enquanto este estiver a rodar não é possível para o utilizador posicionar novas peças no tabuleiro, nem movê-lo para diferentes posições.

G. Fim do jogo

Quando o jogo acaba aparecerá uma mensagem no centro do *canvas* a anunciar o vencedor em conjunto com a pontuação de ambos os jogadores.

H. Considerações ao iniciar a aplicação

De forma a desenvolver este jogo, todas estas regras e todas as funcionalidades que são descritas neste relatório, deu-se uso à biblioteca de gráficos web, *WebGL*, que com o auxílio das linguagens *JavaScript* e *HTML5* permite a renderização de gráficos 2D e 3D interativos dentro de qualquer navegador da Web.

Devido ao uso de texturas na modelação das peças, como será explicitado mais à frente, este jogo não terá o funcionamento correto em todos os navegadores, o *Microsoft Edge* e o *Mozilla Firefox* aberto a partir do *WebStorm* (*JetBrains*) são exemplo de navegadores

que permitem o funcionamento e o decorrer normal do jogo.

IV. COMPUTAÇÃO VISUAL

A. Organização

Foram feitas várias variáveis do tipo *array* com o objetivo de armazenar os valores dos vários ângulos X, Y e Z, do posicionamento das peças X, Y e Z, das texturas, entre outras. Separou-se por diferentes variáveis as peças pertencentes ao utilizador, ao agente e ao tabuleiro, de forma a ser mais fácil gerir as diferentes peças de cada um, fazendo cada posição das variáveis corresponder a uma peça respetiva.

B. Modelação da peça

Para fazer o modelo das peças do dominó usou-se, uma textura preta para todas as faces que não a dos pontos negros e 28 x 5 texturas (Fig.9) para a face dos pontos pretos (28 correspondentes a cada peça diferente no conjunto do dominó e 5 cores diferentes: cinzento, azul, verde, vermelho e preto).

Na variável "*vertices*" inseriu-se manualmente todos os vértices que foram usados para a construção de um paralelepípedo, tendo este como dimensões (x:1, y:2, z:0.5).



Fig. 9

IMAGENS USADAS PARA AS TEXTURAS

C. Desenho da peça

Para o desenho de cada peça no *canvas* usam-se multiplicações entre matrizes. Primeiro pela matriz de translação com o X, Y e Z da peça correspondente, depois pelas matrizes de rotação dos determinados ângulos com os ângulos da mesma peça e por fim pela matriz de dimensionamento com as dimensões das peças.

D. Seleção de uma peça

Ao selecionar uma peça, é selecionado o índice nos *arrays* correspondentes. Todas as alterações às peças irão acontecer na posição deste índice.

E. Detecção de colisões

De forma a detetar se uma peça ao ser jogada está ser colocada por cima de outra peça, ou em contacto com uma outra peça que não as peças nas extremidades do tabuleiro, impedindo que os jogadores a joguem, são efetuadas várias verificações antes de esta ser jogada no tabuleiro. Verifica-se que tanto o centro, como todas as extremidades desta peça a ser jogada, não estão no intervalo de valores X e Y que todas as peças do tabuleiro ocupam.

F. Translação da peça

Como foi referido anteriormente, para movimentar uma peça usaram-se as setas do teclado, ou seja, caso as setas da direita ou da esquerda estejam a ser pressionadas, vai-se atualizar, somando ou subtraindo um pequeno valor à posição da peça no momento anterior na variável responsável pelo armazenamento da posição X das peças. Caso sejam as setas de cima ou de baixo a serem pressionadas, por sua vez, vai-se atualizar a posição, da respetiva peça, na variável responsável pela posição Y.

G. Rotação da peça

A rotação da peça é apenas feita em relação ao eixo dos Z, quando a tecla 'r' é pressionada vai ocorrer uma rotação neste eixo de 90° graus, armazenando este novo valor na posição da respetiva peça na variável responsável por guardar os valores do ângulo Z das diferentes peças pertencentes ao utilizador.

H. Translação do tabuleiro

A translação do tabuleiro é efetuada alterando apenas o desenho das peças do tabuleiro, somando ou subtraindo-lhes o valor correspondente das barras de *slide* que vão alterar a posição destas peças tanto no eixo dos X como do Y. Estas adições são feitas na matriz de translação.

Par o posicionamento de uma nova peça no tabuleiro é necessário ter em conta estes novos valores.

I. Rotação do tabuleiro

Para uma rotação sobre um ponto arbitrário, neste caso, o centro do tabuleiro (ou seja, centro da peça com 6 pontos nas duas extremidades), é necessário aplicar várias transformações sobre todas as peças do tabuleiro.

Primeiramente, aplica-se uma translação de todas as peças do tabuleiro para o centro do tabuleiro.

Seguidamente, aplica-se as rotações pretendidas sobre esse mesmo ponto.

Finalmente, translada-se cada peça do tabuleiro de volta para a sua posição inicial.

```
let boardTzCenter;
if(projectionType === 0) {
    boardTzCenter = boardTzCenterOrtho;
} else {
    boardTzCenter = boardTzCenterPersp;
}
// Handle board tiles
if (board){
    // Rotating board
    if (rotateBoardX || rotateBoardY ||
        rotateBoardZ) {
        mvMatrix = mult(mvMatrix,
            translationMatrix(
                boardTxCenter*sx,
                boardTyCenter*sy,
                boardTzCenter*sz
            ));
        if (rotateBoardZ) {
            mvMatrix = mult(mvMatrix,
                rotationZZMatrix(globalAngleZZ));
        }
    }
}
```

```

if (rotateBoardY) {
    mvMatrix = mult(mvMatrix,
        rotationYYMatrix(globalAngleYY));
}
if (rotateBoardX) {
    mvMatrix = mult(mvMatrix,
        rotationXXMatrix(globalAngleXX));
}
mvMatrix = mult(mvMatrix,
    translationMatrix(
        tx - boardTxCenter*sz,
        ty - boardTyCenter*sy,
        tz - boardTzCenter*sz)
    );
}
...
}

```

[Código 1] Excerto de código referente às multiplicações de matrizes aplicadas quando se pretende rodar o tabuleiro.

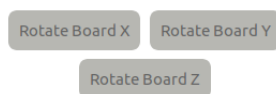


Fig. 10
BOTÕES DE ROTAÇÃO DO TABULEIRO

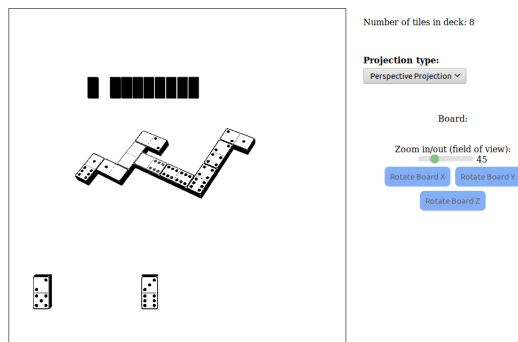


Fig. 11
EXEMPLO DE ROTAÇÃO DO TABULEIRO

de aplicações web em que é necessário modelar, desenhar e movimentar qualquer "objeto" virtual.

As implementações feitas são facilmente adaptáveis a qualquer outra aplicação web em que o objetivo e as ideias sejam idênticos, alterando apenas a lógica do jogo para a lógica desta nova aplicação.

VI. AGRADECIMENTOS

Gostávamos de agradecer ao professor Joaquim Madeira que aceitou a nossa proposta de trabalho e que nos forneceu o conhecimento teórico e prático, assim como tanto outro material para tornar o desenvolvimento deste projeto possível.

REFERENCES

http://sweet.ua.pt/jmadeira/WebGL/WebGL_Aula_09.zip

J. Zoom

J.1 Ortogonal

O *zoom* é feito alterando o dimensionamento de todas as peças no jogo, tanto no X como no Y e no Z. Usa-se estes novos valores no desenho das peças para que estas se mantenham à mesma distância uma das outras para que o jogo possa continuar a decorrer normalmente.

J.2 Perspetiva

Já na perspetiva, o *zoom* é feito de maneira diferente, é feito alterando o *field of view*, ou seja, o ângulo de visão. Alterando este ângulo, vai criar ao utilizador a sensação das peças estarem mais longe ou mais perto.

V. CONCLUSÃO

Ao longo do desenvolvimento deste projeto foi-se concluindo que a tecnologia WebGL e as suas funcionalidades são ótimas para o desenvolvimento deste género