



VERIFICAÇÃO DE JOGADAS EM *DOMINÓ PONTA DE 5*

RELATÓRIO DE TRABALHO PRÁTICO

up201404877 | André Couto Meira

up201403133 | Ricardo Dias Azevedo

O **objetivo** do presente trabalho prático consiste em analisar uma jogada, jogando uma variante do jogo de dominós designada por “*Dominó Ponta de 5*”, tendo em conta os seguintes pontos:

1. Verificar se jogada é válida, ou seja, se a peça jogada pode ser colocada numa dada posição.
2. Verificar se o somatório das extremidades é um valor múltiplo de 5, sendo que, caso tal se verifique, será essa a pontuação atribuída ao jogador nessa jogada.
3. Contar os pontos que ficaram na mão do perdedor, somando todas as bolas presentes nas suas peças. Os pontos são o máximo múltiplo de cinco inferior ou igual ao número de bolas.

Para facilitar o processamento de imagens, definimos que as fotografias devem ser adquiridas paralelamente à mesa onde as peças foram dispostas (para permitir a sua vista de cima), evitando a sua colocação no sentido diagonal e garantindo que a mesa não é branca nem reflete luz. Os locais com muita luz não são propícios para obter um bom resultado, na medida em que as peças são muito refletoras e as pintas podem não ser bem captadas. Por outro lado, se a superfície refletir muita luz pode ser confundida com peças devido à sua cor branca. Assim sendo, verificamos que tais parâmetros são de grande importância, na medida em que irão facilitar todo o processo de resolução do problema.

Método de Resolução do Problema:

Estabelecimento de um algoritmo subdividido em oito etapas:

1. Com a imagem da jogada dos dominós obtida nas condições supracitadas, obtivemos a matriz da mesma em RGB e realizamos um *threshold* binário de modo a que esta adquirisse apenas as cores preta e branca. Este valor é obtido após uma análise, sendo diferente para cada imagem.
2. Em seguida, centramos a nossa análise nos pequenos *clusters* isolados, pintando-os de preto ou branco, consoante a área envolvente. Assim sendo, um pequeno *cluster* branco passará a ser preto e vice-versa. De notar ainda que a definição de pequeno varia consoante se trata da cor preta ou branca, no sentido de evitar eliminar bolas ou barras presentes nas peças.
3. Aplicamos também um mecanismo de *erosion* aos *clusters* pretos. A intensidade da erosão teve em consideração a quantidade de *pixels* presente na imagem, sendo que tal permitiu assegurar que estes não fossem eliminados. O objetivo da sua implementação assenta na separação de eventuais bolas que possam ter ficado ligadas, quer a outras bolas, quer às barras.
4. Como resultado do *threshold* binário, todo o fundo passou a assumir a cor preta. Para que este fosse diferenciado das bolas e das barras, aplicou-se um *floodfill* a partir dos quatro cantos (para garantir que não há cortes), adquirindo o fundo com uma nova cor - cinzento escuro.
5. Procedeu-se à distinção entre os separadores das peças de dominó e as bolas, recorrendo para tal à elaboração de um histograma de tamanhos dos *clusters* pretos. A partir daqui foi possível assumir qual o provável diâmetro de cada bola, medida essa usada como referência diversas vezes ao longo do trabalho. As bolas foram, posteriormente, pintadas de azul, ao passo que as linhas adquiriram a sua coloração consoante a sua orientação (horizontal ou vertical). De salientar que, uma barra é aquela que, numa das direções, apresenta tamanho superior à medida de uma bola.
6. Conhecendo agora o diâmetro das bolas, foi-nos possível estabelecer o limite das peças e repintar a barra de separação, obtendo divisões perfeitas. Esta etapa revelou-se bastante importante pois permitiu-nos efetuar, em seguida, uma pesquisa por *clusters* em cada uma das partes. De modo a identificar o ponto central de cada peça, introduzimos, neste local, um *pixel* verde, o que simplificou todo o processo de identificar e guardar as peças numa lista. Uma vez

que as bolas deixaram de ser necessárias, foram apagadas, procedimento este que permitiu ainda simplificar o passo seguinte.

7. Nesta fase do problema, possuímos já conhecimento quanto às peças colocadas na mesa, bem como acerca dos seus centros. Como tal, partindo de uma dada posição, torna-se possível pesquisar, em todas as direções, a presença de outras peças. Assim, se para uma certa distância for detetado um *pixel* branco, é possível procurar pelo *pixel* verde e assumir uma ligação entre as duas peças. Essa ligação fica registada numa outra lista que contém também os *ids* das peças e a posição da segunda peça em relação à primeira. Esta informação é necessária para analisar os dados.
8. Análise dos dados e escrita de *output* na imagem.

Principais Problemas:

A luminosidade do fundo constituiu um problema, na medida em que certos materiais promovem elevada reflexão da luz, fazendo com que tivéssemos certas zonas onde o nosso *threshold* decidisse instituir a cor branca, ao invés de preto. De forma a solucionar este problema da maneira mais rápida e eficaz possível, apostamos em fundos com boa capacidade de absorção da luz, tais como um pedaço de tecido ou materiais não polidos. Com vista a melhorar, poderíamos ter recorrido a um *Gaussian Smoothing*, com aplicação posterior do nosso *threshold* e de um *opening*. Porém, por limitações temporais, decidimos optar pela utilização de fundos controlados.

A existência de bolas conectadas (quer entre si, quer ao *background*, quer às barras separadoras) constituiu também uma adversidade, dado que a presença de uma peça escura sobre um fundo também escuro, atua como fator confundidor para o nosso algoritmo, podendo fazer com que este assumia a bola como parte integrante do fundo. Por outro lado, caso tal situação se verificasse numa barra de separação, a peça pode mesmo não ser detetada. De notar ainda a possibilidade de estarmos perante uma imagem que, apesar de uma boa luminosidade, apresenta baixa resolução, condicionando a existência de um ou mais píxeis como ponte de conexão entre uma bola e outro elemento. Assim sendo, após a aplicação do *threshold*, poderá restar-nos uma imagem que, ou não nos permite detetar a peça, ou não nos esclarece acerca do número de bolas que a peça possui. De forma a impedir este acontecimento, apostamos em fotografias de boa qualidade e com boa diferença de luminosidade entre as peças e o fundo, acoplada à aplicação de um mecanismo de *erosion*.

Perspetivas Futuras:

Futuramente, as próximas etapas passariam por, não só alargar o tipo de fotografias aceites (introduzindo a capacidade para utilizar imagens com peças na diagonal), como também corrigir as diferenças de luminosidade da imagem e aumento do contraste através de manipulação do *Dynamic Range* previamente à aplicação do *threshold*.

Simultaneamente, e considerando que a grande maioria das fotografias utilizadas são obtidas com recurso a câmaras fotográficas de *smartphones*, a criação de uma aplicação que processasse a imagem e atualizasse automaticamente a pontuação dos jogadores em cada jogada seria algo a considerar.

Alcançando as duas metas previamente estabelecidas, o passo lógico seguinte assentaria na possibilidade, para além de imagens, poder filmar todas as jogadas e, à medida que estas decorrem, atualizar as pontuações.