

Trabalho de Avaliação
Deteção e Reconhecimento de Baralho de Cartas Clássico

2024/2025



1

Grupo 21
Tiago Machado a22306644
Ricardo Lopes
Daniel Martins

Índice

Introdução :

O objetivo deste projeto é desenvolver um sistema eficiente e robusto para a identificação de cartas em imagens, determinando tanto o valor quanto o naipe de cada carta apresentada. Para isso, o sistema é estruturado em três níveis de complexidade progressiva, desafiando os desenvolvedores a aplicar conceitos de processamento de imagem digital para superar cenários cada vez mais complexos.

O projeto segue uma abordagem sistemática que se inicia com a **deteção do fundo da imagem**, seguida da conversão dos píxeis para uma representação em tons de preto e branco utilizando um processo de binarização adaptado para diferentes condições de iluminação. Posteriormente, as cartas são identificadas individualmente a partir de componentes conectados, com a determinação das suas regiões através de histogramas para permitir o recorte de áreas específicas.

Nível 1 consiste na identificação de uma única carta em um fundo uniforme, sob ângulo fixo de 45°. Esta etapa serve como base para estabelecer os algoritmos e métodos principais.

Com o **Nível 2**, o foco avança para a identificação de múltiplas cartas, de 2 a 4, ainda em fundos uniformes, mas com ângulos variados. Este cenário requer soluções mais avançadas para segmentação, rotação e realinhamento das cartas.

No **Nível 3**, o maior desafio é lidar com imagens que incluem até 4 cartas posicionadas em fundos não uniformes e com diferentes graus de deformidade, como distorções ou formas ovais. Essa fase exige adaptações significativas nos métodos de identificação e segmentação previamente desenvolvidos.

O sistema também conta com uma interface gráfica desenvolvida para permitir que o utilizador visualize os resultados de cada etapa de forma clara e objetiva. A interface oferece funcionalidades como a aplicação de algoritmos de processamento de imagem, exibição de etapas intermediárias e verificação dos resultados obtidos.

Este relatório detalha o desenvolvimento e a implementação do sistema, abordando as técnicas utilizadas em cada etapa do processo, os desafios enfrentados e como foram superados. São descritos os métodos para ajustar e otimizar os processos de binarização, identificação e segmentação, bem como a comparação das cartas recortadas com uma base de dados de referência. Além disso, são apresentados os resultados obtidos ao longo dos testes realizados em diferentes níveis e as conclusões aprendidas durante o projeto.

Nível 1 :

O primeiro nível do projeto tem como objetivo identificar uma única carta presente em uma imagem com fundo uniforme e um ângulo fixo de 45°. Este cenário inicial, por ser simplificado, elimina variações complexas de iluminação, ângulo e composição, permitindo o foco no desenvolvimento das funções essenciais para reconhecer cartas e determinar os seus naipes.

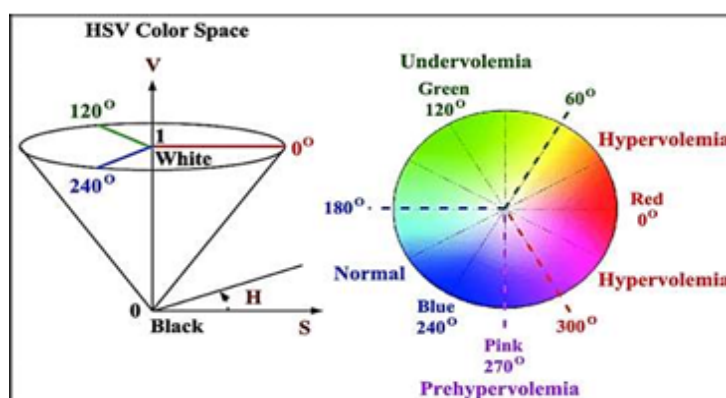


Para atingir esse objetivo, foi implementado um processo de conversão de cores, transformando a imagem do modelo RGB (Red, Green, Blue) para o modelo HSV (Hue, Saturation, Value). Este modelo é mais adequado para análise de imagens devido à separação clara entre tonalidade (cor), saturação (pureza da cor) e brilho (intensidade da luz), simplificando a segmentação e processamento.

Principais características do modelo HSV:

1. **Hue (Matriz de Cores):** Representa a tonalidade da cor, variando entre 0 e 360 graus, o que facilita a identificação de cores específicas, como as presentes nas cartas.
2. **Saturation (Saturação):** Mede o grau de pureza da cor, com valores de 0 (cinza) a 1 (totalmente puro).
3. **Value (Brilho):** Indica a intensidade da luz, com valores de 0 (escuro) a 100 (máxima intensidade).

A transformação de RGB para HSV foi essencial para normalizar as informações de cor, concentrando a análise principalmente na tonalidade (Hue). Isso facilitou a segmentação da imagem ao aplicar um algoritmo de binarização, onde as cores dominantes foram isoladas para diferenciar claramente a carta do fundo.



A binarização gerou uma imagem simplificada em preto e branco, onde o fundo uniforme foi convertido para preto e a carta foi destacada em branco. Essa abordagem inicial estabeleceu uma base sólida, garantindo que as etapas subsequentes, como segmentação, recorte e análise de componentes conectados, fossem realizadas de forma eficiente.

Esse nível introduziu a funcionalidade de identificar com precisão a presença de uma carta e seu posicionamento em condições controladas, preparando o sistema para enfrentar cenários mais desafiadores nos próximos níveis.

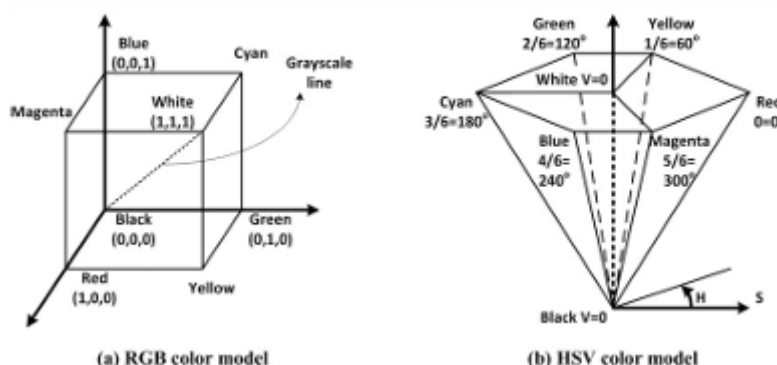
Como fizemos para as cartas :

Pré-processamento da Imagem

O primeiro passo seria garantir que a imagem da carta está bem delimitada e sem elementos externos que possam interferir. A imagem poderia ser convertida para o modelo HSV para facilitar a segmentação dos elementos chave (como o número ou figura da carta e o símbolo do naipe) de forma consistente, independentemente das condições de iluminação ou cor de fundo. A segmentação de cores permite que o fundo da carta seja removido ou desconsiderado, focando apenas nos elementos relevantes.

Binarização

Após a conversão para o modelo HSV, utiliza-se a binarização para separar os elementos claros (como o número ou a figura e o naípe, geralmente em tons destacados) dos elementos escuros ou neutros (fundo e margens). Ajustes no valor de referência para a binarização podem ser feitos, dependendo das características específicas das cartas.



Isolamento dos Elementos Importantes

A próxima etapa é isolar os elementos da carta que precisam ser identificados. Isso inclui recortar as regiões da imagem onde se encontram os símbolos e números ou figuras das cartas. Essas áreas recortadas seriam centralizadas e ajustadas para um tamanho uniforme para garantir que as comparações sejam consistentes.

Comparação com um Banco de Dados

Para identificar qual carta está representada na imagem, seria necessário um banco de dados com todas as possíveis cartas e seus naipes, pré-processados da mesma maneira (convertidos em imagens binarizadas). A comparação poderia ser feita analisando pixel a pixel as diferenças entre a imagem da carta recortada e as imagens do banco de dados. A menor diferença entre as imagens indicaria qual carta corresponde à imagem analisada.

Tratamento de Cartas Incomuns ou Imagens Vazias

Se a imagem estiver vazia (ou seja, não contém uma carta visível), a análise das cores ou valores predominantes na imagem binarizada mostraria uma ausência de elementos relevantes (fundo uniforme). Este caso seria tratado separadamente, descartando a necessidade de comparação com o banco de dados.

Mapeamento e Classificação

O resultado final seria um mapeamento de cada carta identificada, representado por seus valores (número, figura) e naipes. Esse processo garante a identificação eficiente de qualquer imagem de carta, mesmo em condições variadas, enquanto descarta imagens que não contenham cartas.

Explicação :

Após a conversão dos píxeis da imagem para o modelo HSV, a imagem é transformada para preto e branco utilizando binarização. Com base em valores de referência, os píxeis dentro de um intervalo específico são convertidos para branco, enquanto os demais tornam-se pretos. Isso permite isolar os elementos principais, como as cartas e o fundo.

A seguir, utilizamos uma análise de histogramas sobre a imagem binarizada para determinar as margens das áreas relevantes, como o local onde as cartas estão. O histograma acumula a quantidade de píxeis brancos em direções horizontais (x) e verticais (y), convertendo esses valores para percentagens relativas ao tamanho da imagem. Ao analisar esses percentuais, identificamos os limites das cartas nas duas direções.

Exemplo:



Essa combinação de binarização e histogramas foi essencial para obter imagens limpas e preparadas para identificação e classificação subsequente. Durante o desenvolvimento, ajustamos cuidadosamente os parâmetros de binarização para que fossem consistentes em todas as imagens. Isso foi fundamental, pois uma binarização inadequada impactaria diretamente a precisão na detecção das cartas e comprometeria etapas futuras. Assim, garantir uma binarização de alta qualidade foi uma prioridade nesta fase inicial.

Nível 2 :

Neste nível, introduzimos imagens que contêm de 2 a 4 cartas dispostas sobre um fundo uniforme, mas com ângulos variados, o que significa que as cartas podem não estar alinhadas de maneira convencional.

Antes de implementar as soluções, procurámos reaproveitar ao máximo os métodos desenvolvidos no Nível 1. O objetivo era criar um sistema adaptável para diferentes imagens, otimizando o tempo de desenvolvimento. A abordagem inicial consistiu em corrigir a orientação das cartas, assumindo que, uma vez alinhadas, poderíamos aplicar as mesmas técnicas de identificação utilizadas anteriormente.



A complexidade maior surgiu com duas perguntas fundamentais: como determinar o ângulo exato de cada carta e decidir se a sua orientação precisava de ajuste? Para isso, foram necessários algoritmos específicos para detetar desvios de rotação e alinhar corretamente as cartas antes do processamento detalhado.

Como fizemos para as cartas :

Nesta etapa, começamos a enfrentar problemas devido ao lixo e ruído registrados nas imagens das cartas, especialmente nas margens. Esses elementos indesejados interferiam diretamente no processo de recorte da carta e na posterior comparação, comprometendo a precisão do sistema.

Para solucionar esse problema, eliminamos uma pequena porcentagem das margens da imagem (5%), reduzindo a influência desses artefatos indesejados. Além disso, as margens foram uniformizadas em preto, o que permitiu eliminar os resíduos e focar exclusivamente nos elementos principais da carta.

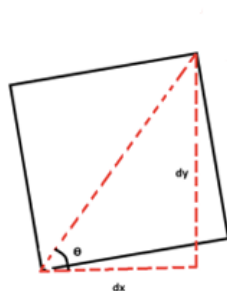
Apesar dessas melhorias, o programa apresentou dificuldades ao identificar cartas que necessitam de rotação. A falta de uma abordagem robusta para realizar o alinhamento automático dessas imagens impossibilitou o funcionamento adequado do sistema nessas situações.

Ainda assim, a nossa abordagem garantiu um pré-processamento mais eficaz para cartas sem rotação, removendo ruídos e mantendo a integridade dos dados relevantes.



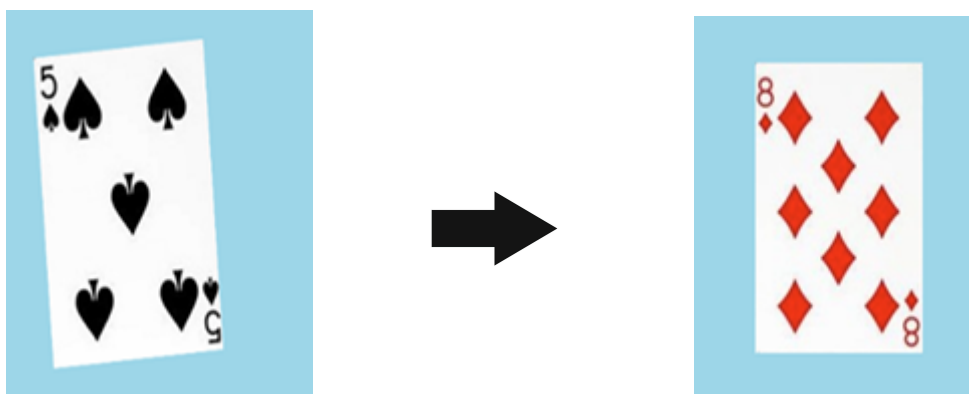
Explicação :

Para responder às questões de alinhamento e rotação das cartas, utilizamos duas funções principais: **Translation** e **Rotation**. Estas funções foram essenciais para corrigir a orientação das cartas e garantir que estivessem adequadamente alinhadas para o processamento subsequente.



A função **Translation** é responsável por deslocar a imagem em valores predeterminados, preenchendo as áreas deslocadas com pixels pretos. Esta função ajudou a ajustar as posições das cartas na imagem, proporcionando um ponto inicial consistente para as correções.

Já a função **Rotation** permitiu realizar a rotação da imagem em relação a um ângulo especificado em radianos. Com esta função, verificamos a inclinação das cartas e aplicamos a rotação necessária para alinhá-las corretamente. Assim que o ângulo de desvio era identificado, utilizávamos a **Rotation** para ajustar a diferença, tornando possível um alinhamento preciso, essencial para as etapas seguintes de detecção e classificação das cartas.



Nível 3:

Neste nível, adicionamos imagens onde as cartas poderiam necessitar de correções adicionais: o fundo não era uniforme com ângulos que podem ser diferentes de 45°.



Desafios encontrados:

- **Diversidade das imagens:** Lidamos com vários tipos de imagens diferentes, o que exigiu ajustes constantes nos parâmetros de binarização para melhorar os resultados, tanto para as cartas quanto para os seus fundos.
- **Impacto das alterações no código:** Cada mudança realizada impactava o comportamento do sistema em níveis anteriores. Frequentemente, precisávamos voltar atrás e corrigir o que já havia sido implementado.
- **Tipos de imagens distintas:** O processo precisou abranger imagens digitais com fundos não uniformes e imagens fotográficas com distorções significativas.



Abordagem:

O objetivo era tratar as imagens digitais com fundos não uniformes de forma distinta das fotográficas, que apresentavam maior nível de complexidade devido às deformidades.

Contudo, este nível apresentou uma das maiores dificuldades no projeto. Apesar dos esforços para ajustar a análise de fundo e os processos de recorte, não conseguimos implementar uma solução totalmente funcional que conseguisse lidar de forma eficiente com esta complexidade adicional. Este cenário acabou resultando no pior desempenho global em comparação aos níveis anteriores, devido à elevada variabilidade e exigência nas imagens.

Interface Gráfica :

No âmbito do projeto, desenvolvemos uma interface gráfica funcional para testarmos o nosso software relacionado com a identificação de cartas. A interface é dividida em botões e exibe uma carta centralizada como exemplo visual.



- **Escolher Imagem:** Permite ao utilizador seleccionar uma imagem de entrada, que será trabalhada pelo software.
- **Interpretar:** O programa interpreta as cartas guardando os resultados.
- **Resultados:** Exibe os resultados do processo, indicando a carta identificada pelo software com informações detalhadas.

A interface utiliza cores vivas para facilitar a navegação e garantir uma visualização clara dos elementos.

Última funcionalidade é a janela de créditos onde estão também identificados os autores deste projeto:



Conclusão :

Com base nos resultados obtidos, podemos afirmar que os objetivos de identificação das cartas foram cumpridos na totalidade nos níveis 1 e 2. Porém, no nível 3, não conseguimos fazer o sistema funcionar como esperado. Embora tenhamos avançado em algumas partes da identificação das cartas em imagens, não conseguimos completar todos os objetivos propostos para esse nível devido às dificuldades técnicas encontradas.

Apesar de não termos conseguido cumprir todos os objetivos no nível 3, consideramos que o trabalho realizado nos outros níveis foi bem-sucedido e os resultados finais podem ser considerados dentro de uma faixa satisfatória. O projeto nos proporcionou uma excelente visão sobre o processamento de imagem, suas funcionalidades e os desafios envolvidos nesta tecnologia.

Um fator que acreditamos ser crucial para os bons resultados que alcançamos foi o tempo dedicado aos testes. Investimos várias horas ajustando funções e analisando os efeitos de diferentes modificações nas imagens, o que nos ajudou a entender melhor como os algoritmos podem ser otimizados para extrair a informação desejada.

Por fim, acreditamos que os resultados deste projeto podem ser aplicados em outros contextos e em projetos futuros, especialmente em áreas como o Processamento de Imagem.