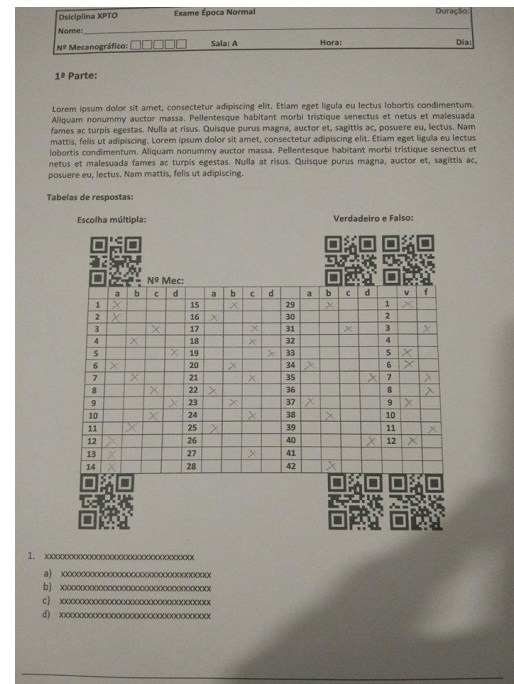




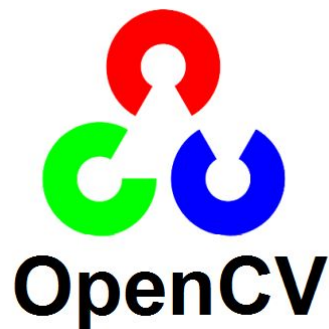
Correção Automática

Cristiano Vagos
Miguel Brás



Tecnologias Utilizadas

- **C++**
 - Linguagem de programação de uso geral
 - Criada em 1985 por Bjarne Stroustrup
- **OpenCV**
 - Open Source Computer Vision Library
 - Biblioteca desenvolvida pela Intel
 - Disponível em várias linguagens de programação
 - Permite a criação de aplicações na área da Computação Visual / Visão por Computador



Abordagem

- Captura de imagem
- Pré-processamento
- Detecção da tabela de respostas
- Transformação da imagem
- Reconhecimento das respostas
- Mostrar resultado ao utilizador

| | | |
|--|---------------------------|-----------------|
| Diskiplina: XP70 | Exame Época Normal | Duração: |
| Nome: | Sala: A | Hora: |
| Nº Mecanográfico: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | | Dia: |

1ª Parte:

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eget ligula eu lectus lobortis condimentum. Aliquam nonummy auctor massa. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nulla at risus. Quisque purus magna, auctor et, sagittis ac, posuere eu, lectus. Nam mattis, felis ut adipiscing. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam eget ligula eu lectus lobortis condimentum. Aliquam nonummy auctor massa. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nulla at risus. Quisque purus magna, auctor et, sagittis ac, posuere eu, lectus. Nam mattis, felis ut adipiscing.

Tabela de respostas:

Escolha múltipla:

Nº Mec:

| | a | b | c | d | e | f | | a | b | c | d | e | f |
|----|---|---|---|---|----|---|---|----|---|---|---|----|---|
| 1 | X | | | | 15 | X | | 29 | | | | 1 | X |
| 2 | X | | | | 16 | X | | 30 | | | | 2 | |
| 3 | | | | | 17 | | X | 31 | | | | 3 | |
| 4 | | X | | X | 18 | | | 32 | | X | | 4 | |
| 5 | | | | X | 19 | | | 33 | | | | 5 | X |
| 6 | X | | | | 20 | | | 34 | X | | | 6 | X |
| 7 | | X | | | 21 | | X | 35 | | | X | 7 | |
| 8 | | | | | 22 | | | 36 | | | | 8 | X |
| 9 | | | | X | 23 | | | 37 | X | | | 9 | |
| 10 | | X | | | 24 | | X | 38 | | X | | 10 | |
| 11 | | | X | | 25 | X | | 39 | | | | 11 | X |
| 12 | X | | | | 26 | | | 40 | | | X | 12 | X |
| 13 | X | | | | 27 | | X | 41 | | | | | |
| 14 | | | | | 28 | | | 42 | | X | | | |

Verdadeiro e Falso:

1. XX
- a) XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
- b) XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
- c) XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
- d) XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Captura de Imagem

2 métodos disponíveis:

- Câmara de computador
- Através de ficheiro

Problemas:

- Qualidade/resolução da imagem capturada
- Iluminação

Exame múltipla: Verdadeiro e Falso:

Nº Mec: _____

| | a | b | c | d | | a | b | c | d | | a | b | c | d | | v | f |
|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|--|----|---|
| 1 | | | | | 15 | | | | | 29 | | | | | | 1 | |
| 2 | | | | | 16 | | | | | 30 | | | | | | 2 | |
| 3 | | | | | 17 | | | | | 31 | | | | | | 3 | |
| 4 | | | | | 18 | | | | | 32 | | | | | | 4 | |
| 5 | | | | | 19 | | | | | 33 | | | | | | 5 | |
| 6 | | | | | 20 | | | | | 34 | | | | | | 6 | |
| 7 | | | | | 21 | | | | | 35 | | | | | | 7 | |
| 8 | | | | | 22 | | | | | 36 | | | | | | 8 | |
| 9 | | | | | 23 | | | | | 37 | | | | | | 9 | |
| 10 | | | | | 24 | | | | | 38 | | | | | | 10 | |
| 11 | | | | | 25 | | | | | 39 | | | | | | 11 | |
| 12 | | | | | 26 | | | | | 40 | | | | | | 12 | |
| 13 | | | | | 27 | | | | | 41 | | | | | | | |
| 14 | | | | | 28 | | | | | 42 | | | | | | | |

Pré-Processamento

Fase fundamental, prepara a imagem para uma mais fácil manipulação e transformação adiante.

Tarefas:

- Criação de imagem destino vazia em escala de cinzentos
- Desfocagem Gaussiana (Gaussian Blur) suavizando a imagem original, para remover ruído
- Limitar os valores da imagem original usando Threshold Adaptivo (Mean Thresholding), adequado para imagens com vários tipos de iluminação
- Inverter cor da imagem para contornos ficarem a branco



Métodos de Detecção da Tabela

Automático

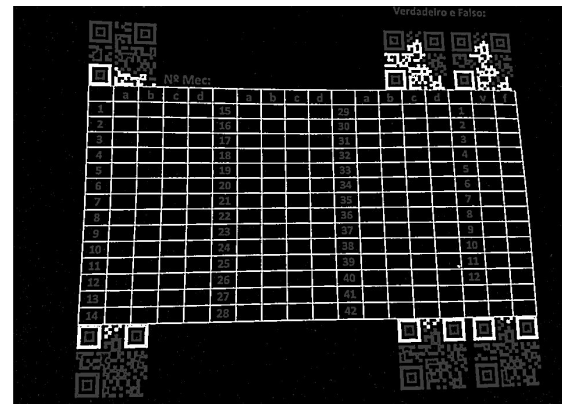
- Método esperado para o desenvolvimento deste projeto
- Falhas na extração completa da tabela devido ao formato do exame fornecido
- Prejudica o método desenvolvido para extração das respostas

Manual

- Criado para compensar falhas do método automático
- Seleccionar os cantos da tabela para obter a imagem final

Deteção Automática da Tabela de Respostas

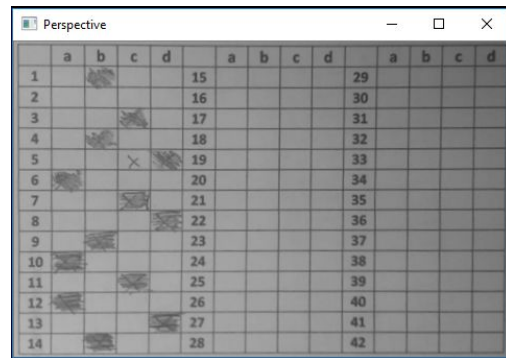
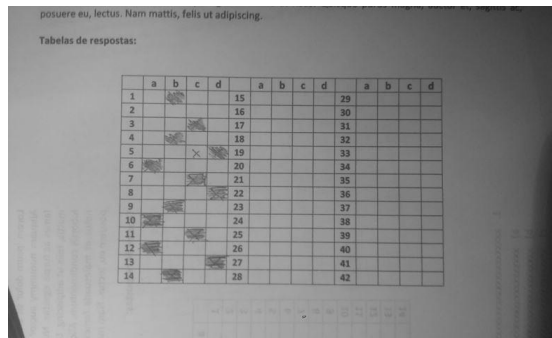
- Definir melhor contornos da imagem usando dilatação com elemento estruturante *MORPH_CROSS*, tamanho 3x3
- Iterar toda a imagem, descobrir maior contorno a branco (usando a função *floodFill*)
- Preencher a maior área detetada a branco, e apagar da imagem o que dela sobrar
- Voltar à imagem original, aplicando erosão com o mesmo elemento estruturante



Deteção Manual da Tabela de Respostas

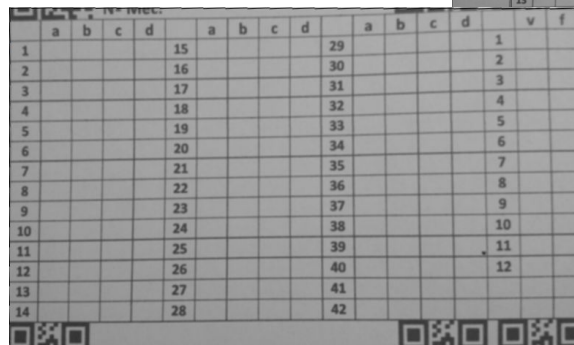
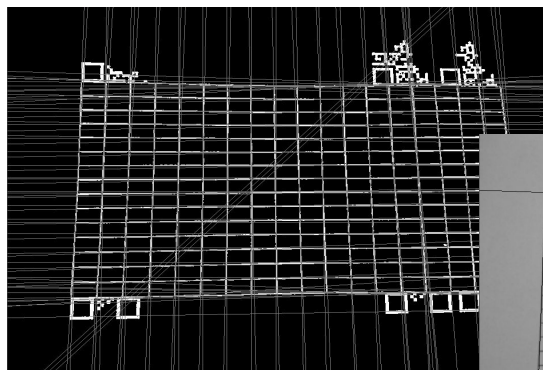
Devido aos problemas na deteção e extração automática da tabela de respostas, criou-se um método manual.

- Seleccionar através de clique no rato os cantos da imagem (de baixo para cima, da esquerda para a direita)
- Imagem é cortada nos pontos seleccionados, e corrigida a perspectiva (função *warpPerspective*)



Transformação da Imagem (versão Automática)

- Cortar o excesso da imagem
- Detetar linhas exteriores da tabela (usando a transformada de Hough, função *HoughLines*)
- Analisar cada linha, descartando as linhas que não são completamente horizontais/verticais e que não são potencialmente exteriores da tabela
- Resultado: 4 linhas correspondentes aos limites da tabela
- Detetar pontos de interseção, cortar imagem a partir desses pontos - **Tabela Final**



Deteção e Extração das Respostas

Métodos abordados pelo grupo mas não escolhidos...

OCR (Optical Character Recognition)

- Melhor forma!
- Como instalar em C++?
- Requer tempo para aprender como usar
- Exemplos: Tesseract, OCRopus

Template Matching

- Implementada e testada!
- Template em forma de cruz
- Testes “not so good!” ☹
- Cruzes não são todas iguais se manuscritas

Deteção e Extração das Respostas

Método escolhido: detetar quadrado preenchido

- Forma diferente de seleccionar uma resposta
- Aplicar dilatações/erosões sucessivas para obtenção de linhas horizontais e verticais (com elemento estruturante *MORPH_ELLIPSE*)
- Fez-se uma estimativa do tamanho dos quadrados para se obter as coordenadas das colunas.
- Através da verificação da densidade de pontos negros (com thresholding e a função *countNonZero*) detetar se a resposta é válida

