

## MAC0468-MAC5915 - Laboratório de Visão Computacional e Processamento de Imagens

### Atividade #1

Nesta atividade vamos programar uma solução de visão para a leitura e interpretação de provas digitalizadas segundo o formato usado pelo AMC.

*Auto Multiple Choice (AMC)*<sup>1</sup> é um software para criar e gerenciar questionários de múltipla escolha. Após o exame, as folhas de respostas concluídas digitalizadas podem ser corrigidas automaticamente pelo AMC, usando o reconhecimento de marca óptica. Uma página de exemplo de uma avaliação gerada pelo AMC é mostrada na Figura 1.

+633/1/52+

Avaliação P1

MAC2166 - Introdução a Computação - 2019S1

Utilize caneta azul ou preta e preencha completamente a quadrícula.  
Exemplo: ■. Não use 3.

**Turma:** (somente um número; consulte a pessoa responsável se não souber)

← Marque as quadrículas ao lado para formar o seu número USP e escreva seu nome completo em letra legível na linha pontilhada abaixo. Se seu número possui menos que 8 dígitos complete com zeros à esquerda.

Nome: Andre Antunes Rixoto

Esta prova tem duração de 120 minutos. Não desmonte a prova.

**Q1 [2 pontos]** Simule o código abaixo e selecione as opções correspondentes a saída impressa do programa.

```
def main():  
    n = 24  
    i = 6  
    a = 1  
    b = 0  
    while b >= 0:  
        if i%2 == 0:  
            i = i + 1  
            n = n - 3  
        else:  
            i = i + 3  
            n = n - 1  
        b = a  
        a = a + (n - 2*1)  
        print((n%7 + 3) * 7)  
    main()
```

Rascunho

$n = 24 \rightarrow 23 \rightarrow 22$   
 $i = 6 \rightarrow 7 \rightarrow 10$   
 $a = 1$   
 $b = 0$

Selecione o primeiro número impresso:

☐ 28 ☐ 35 ☐ 21 ☐ 42 ☒ 56 ☐ 49 ☐ 63

Selecione o segundo número impresso:

☐ 42 ☐ 21 ☒ 49 ☐ 35 ☐ 28 ☐ 56 ☐ 63

Selecione o terceiro número impresso ou N/A (não aplicável) se não ocorre mais que 2 impressões:

☐ N/A ☐ 35 ☐ 63 ☐ 49 ☐ 56 ☐ 21 ☐ 28 ☒ 42

Selecione o quarto número impresso ou N/A (não aplicável) se não ocorre mais que 3 impressões:

☒ 63 ☐ 21 ☐ N/A ☐ 56 ☐ 35 ☐ 49 ☐ 28 ☐ 42

Selecione o quinto número impresso ou N/A (não aplicável) se não ocorre mais que 4 impressões:

☐ 21 ☐ 63 ☐ 56 ☐ 42 ☐ 35 ☒ N/A ☐ 49 ☐ 28




Figura 1: Exemplo de prova gerada pelo AMC.

Uma marca circular preta é usada nos cantos extremos da folha para permitir sua correta identificação. Uma vez identificadas as marcações dos cantos, a prova pode então ser exibida com sua rotação corrigida, permitindo a leitura do código da prova e do número USP do aluno, tal como indicado na Figura 2.

O código de uma prova é composto por três dados:

- P = número da prova,
- pag = número da página,
- nv = número de verificação.

<sup>1</sup> <https://www.auto-multiple-choice.net/>

A Figura 3 apresenta os componentes do código de uma prova em detalhes. Na parte superior da prova (Figura 2) é possível ver o texto **+633/1/52+**, que corresponde a uma representação textual do código da prova no AMC. Esses mesmos números são codificados em base binária na região indicada em vermelho, tal como indicado na Figura 3, para facilitar sua leitura automática pelo AMC. O número de verificação (nv) possui 6 bits e é usado para possibilitar a detecção de erros na leitura do documento digitalizado por apresentar redundância de dados. Ele pode ser obtido a partir do número da prova (P) e do número da página (pag) pela seguinte fórmula:

$$nv = 60 - [(P - 1) * 4 + (pag - 1)] \% 60$$

onde % denota o operador de resto da divisão.

MAC2166 - Introdução a Computação - 2019S1

Avaliação P1

Utilize caneta azul ou preta e preencha completamente a quadrícula.  
Exemplo: ■. Não use ☐.

**Turma:** (somente um número; consulte a pessoa responsável se não souber)

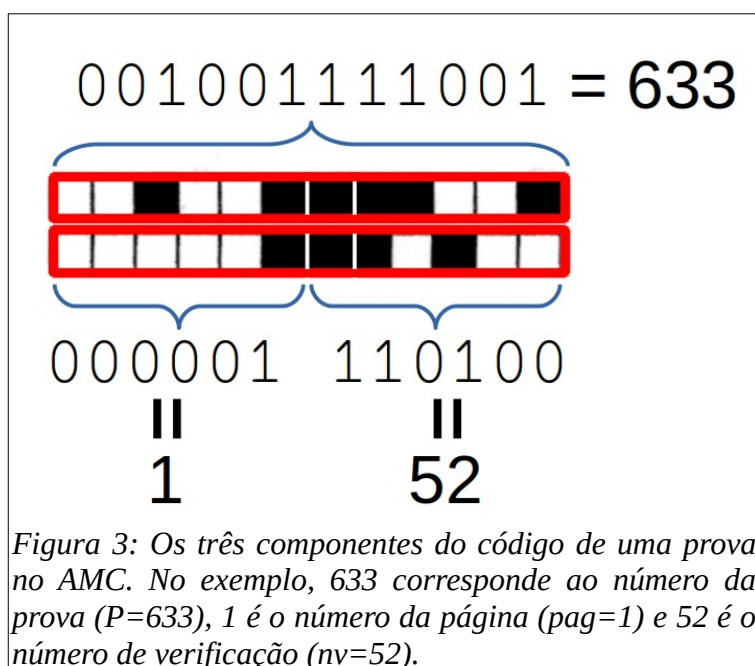
4 5 6 7 8 9 10 11 12 14 20

← Marque as quadrículas ao lado para formar o seu número USP e escreva seu nome completo em letra legível na linha pontilhada abaixo. **Se seu número possui menos que 8 dígitos complete com zeros à esquerda.**

Nome: André Antunes Peixoto

Esta prova tem duração de 120 minutos. Não desmonte a prova.

Figura 2: Parte superior de uma prova do AMC com rotação corrigida, indicando a região do código em vermelho e a região do número USP em verde. A parte compreendida entre as marcações circulares dos cantos é apresentada envolta por uma moldura retangular em azul.



## Atividade:

Faça um programa que recebe como entrada uma imagem digitalizada de uma prova no formato do AMC e que lê seu código e o número USP (quando este estiver disponível).

Para resolver o problema você deve seguir as seguintes etapas:

1. Identificação das marcações circulares dos cantos.
2. Correção da rotação.
3. Leitura do código da prova.
4. Validação do código pelo número de verificação.
5. Se for a primeira página da prova, então fazer também a leitura do número USP.

Erros na validação da quarta etapa podem indicar que a prova está com rotação de 180°. Nesse caso você deve corrigir a rotação novamente, repetindo os passos a partir da segunda etapa.

Para a primeira etapa duas soluções diferentes devem ser implementadas e testadas. No caso de implementação no Python com OpenCV, algumas sugestões são:

1. Detecção de Blob por limiarização (`cv2.SimpleBlobDetector_create`)
2. *Template matching* (`cv2.matchTemplate`)
3. *Laplacian of Gaussian* para detecção de Blobs
4. *Hough transform* (`cv2.HoughCircles`)

## Saída:

Exemplo de saída para o arquivo '`./scans2/amc002.jpg`' da Figura 1:

```
Successful detection:
test number: 633
page: 1   code: 52
nusp: 74091630
```

## Entrega:

Devem ser entregues os códigos e um pdf com um relatório descrevendo os resultados obtidos nas bases de imagens disponibilizadas. A entrega deve ser feita pelo e-Disciplinas<sup>2</sup> na forma de um arquivo zipado.

## Observações:

Em uma prova com rotação corrigida, seja  $W$  a distância em pixels entre as duas marcações circulares no topo da prova e seja  $M1$  a marca circular presente no seu canto superior esquerdo.

Nas observações a seguir vamos considerar as coordenadas relativas ao centro de  $M1$ . Ou seja, o centro de  $M1$  será a coordenada  $(0, 0)$ , com  $x$  crescendo da esquerda para a direita e  $y$  crescendo de cima para baixo.

Na Figura 2, as coordenadas  $(x, y)$  dos cantos do retângulo verde (contendo o número USP) relativas ao centro de  $M1$  são aproximadamente dadas por:

Canto superior esquerdo  $\rightarrow (x, y) = (W*4.56\%, W*11.1\%).$

Canto inferior direito  $\rightarrow (x, y) = (W*24.84\%, W*40.49\%).$

---

<sup>2</sup> <https://edisciplinas.usp.br/acessar/>

Já com relação aos retângulos vermelhos contendo o código da prova, temos as seguintes coordenadas relativas ao centro de M1:

Retângulo vermelho superior:

Canto superior esquerdo  $\rightarrow (x, y) = (W*25.9\%, W*(-4.35\%))$

Canto inferior direito  $\rightarrow (x, y) = (W*47.4\%, W*(-2.58\%))$

Retângulo vermelho inferior:

Canto superior esquerdo  $\rightarrow (x, y) = (W*25.9\%, W*(-2.08\%))$

Canto inferior direito  $\rightarrow (x, y) = (W*47.4\%, W*(-0.32\%))$

Essas coordenadas relativas ao centro de M1 e expressas como uma percentagem de W são as mesmas para todas as provas consideradas. Na prática essas informações podem ser obtidas a partir da especificação do código em latex da prova. Porém, para simplificar a atividade assumiremos um posicionamento fixo tal como descrito acima.