

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE SUL  
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

ALLEFF DYMYTRY PEREIRA DE DEUS

**RECONHECIMENTO FACIAL PARA  
CLASSIFICAÇÃO E REGISTRO DE  
PRESENÇA EM SALA DE AULA**

Trabalho de Conclusão apresentado como  
requisito parcial para a obtenção do grau de  
Engenheiro em Engenharia de Computação

Profa. Dra. Letícia Vieira Guimarães  
Orientador

Guaíba, Janeiro de 2020

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Monografia sob o título "*Reconhecimento Facial para Classificação e Registro de Presença em Sala de Aula*", defendida por Alleff Dymytry Pereira de Deus e aprovada em 3 de Julho de 2020, em Guaíba, estado do Rio Grande do Sul, pela banca examinadora constituída pelos professores:

---

Profa. Dra. Adriane Parraga  
Orientadora

---

Prof. Dr. João Leonardo Fragoso

---

Profa. Dra. Letícia Vieira Guimarães

---

Prof. Dr. Roberto Ribeiro Baldino

*"Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes"*  
— ISAAC NEWTON

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus ....

À minha ...

Aos meus...

À Universidade, professores e funcionários que propiciaram um excelente ambiente de aprendizagem.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>8</b>
<b>RESUMO</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b>	<b>12</b>
2.1 EIGENFACES	12
2.1.1 Reconhecimento Utilizando Eigenfaces	13
2.2 SISTEMAS EMBARCADOS	14
2.2.1 Sons normais	14
2.3 Processamento Digital de Sinais	14
2.3.1 Sistemas lineares e invariantes no tempo	14
2.4 Transformada <i>Wavelet</i>	15
2.4.1 Modelo do neurônio biológico	15
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>16</b>
3.1 Arduino Due	16
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>17</b>
4.1 Geração da RNA	17
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>18</b>
<b>6 TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>20</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TWP	Transformada <i>Wavelet Packet</i>
PDS	Processamento Digital de Sinais
RNA	Rede Neural Artificial
SLIT	Sistemas Lineares e Invariantes no Tempo
FPA	Filtro Passa-Alta
FPB	Filtro Passa-Baixa
FIR	<i>Finite Impulse Response</i> (Resposta ao Impulso Finita)
IIR	<i>Infinite Impulse Response</i> (Resposta ao Impulso Infinita)
ADC	<i>Analog-to-digital converter</i> (Conversor Analógico-Digital)
TF	Transformada de Fourier
TDF	Transformada Discreta de Fourier
STFT	<i>Short Time Fourier Transform</i> (Transformada de Fourier de Tempo Reduzido)

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Esquemático do método de classificação. . . . .	12
2.2	Função impulso. . . . .	15
2.3	Espectros dos sinais: (a) sinal $X(f)$ , (b) trem de impulsos, (c) sinal $X(f)$ multiplicado pelo trem de impulsos. . . . .	15

# LISTA DE TABELAS

2.1	Tipos de sons normais. . . . .	14
-----	--------------------------------	----



## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema que detecta faces para o auxílio no registro de alunos presentes no ambiente acadêmico. Para a localização facial será utilizado o método de classificação Haar Like Features e para a classificação das faces encontradas será utilizado o método Eigen Faces. Para a facilidade de utilização do usuário final, os métodos irão ser integrados em um sistema que possibilita a inclusão dos dados diretamente no banco de dados, possibilitando a consulta dos mesmo com mais agilidade.

**Palavras-chave:** Key1, key2, , .

## **Facial Recognition for Classification and Register on Presence in Classroom**

### **ABSTRACT**

(COLOCAR EM INGLES DEPOIS)Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento de um sistema que detecta faces para o auxílio no registro de alunos presentes no ambiente acadêmico. Para a localização facial será utilizado o método de classificação Haar Like Features e para a classificação das faces encontradas será utilizado o método Eigen Faces. Para a facilidade de utilização do usuário final, os métodos irão ser integrados em um sistema que possibilita a inclusão dos dados diretamente no banco de dados, possibilitando a consulta dos mesmo com mais agilidade.(COLOCAR EM INGLES DEPOIS)

**Keywords:** key words.

# 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais pode-se notar que a biometria é algo amplamente utilizado e ajuda no cotidiano de todas as pessoas, já que pode-se fazer as mais diversas funções, sendo elas: pagamento de contas, liberação para áreas restritas, verificação em e-mails, para direção de um veículo, etc. A biometria tem por base a medição de características humanas de forma analógicas e transforma para o mundo digital, sendo uma delas a mais emergente o reconhecimento facial.

Segundo a ANSA, no carnaval de 2019, a polícia do Rio de Janeiro e do Salvador, conseguiram detectar e prender criminosos com a ajuda de câmeras equipadas com reconhecimento facial. Existe no mercado atual um crescimento de 20

O reconhecimento facial pode ser empregado nas mais diferentes áreas, sem ser a da segurança, com isso pode-se empregar o reconhecimento para verificar sentimentos, expressões, executar comandos configurados, check-in em eventos, entre outras aplicações.

Com esses avanços nas técnicas de reconhecimento facial, pode-se utilizar tais avanços para o reconhecimento de alunos em sala de aulas, já que os mesmos querem ter seus rostos reconhecidos para obter a presença em sala de aula, fazendo que o método tradicional de folha de chamada possa ser substituído e todo o sistema de presença seja diretamente integrado em um único sistema.

Desta forma, a construção de um sistema de reconhecimento facial integrado com um controle de presença se faz necessário para sanar o problema de ainda hoje, em um tempo de integração e avanço tecnológico, utilizar chamadas impressas para marcar se o aluno estava ou não em aula ou em um determinado evento.

## 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste capítulo serão abordados os conhecimentos necessários para a contextualização do presente trabalho, bem como seus métodos de desenvolvimento e funcionalidades específicas. O processo de funcionamento do presente trabalho segue a ordem indicada na figura 2.1

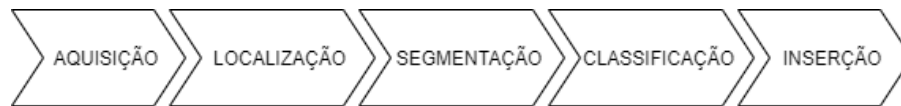


Figura 2.1: Esquemático do método de classificação.

- **AQUISIÇÃO:** O processo de aquisição se refere ao momento em que o usuário tem sua face adquirida por um dispositivo de captura (câmera, filmadora, webcam, etc.);
- **LOCALIZAÇÃO:** O processo de localização tem por funcionamento encontrar uma face na imagem adquirida no processo anterior;
- **SEGMENTAÇÃO:** O processo de segmentação por sua vez retira para o sistema somente a face localizada no processo anterior, facilitando a próxima etapa do sistema;
- **CLASSIFICAÇÃO:** O processo de classificação consiste em utilizar a face para o reconhecimento de qual usuário está no sistema;
- **INSERÇÃO:** O processo de inserção finaliza o sistema, inserindo qual usuário que foi reconhecido pelos processos anteriores.

### 2.1 EIGENFACES

No contexto de análise de imagens, existe um problema em qualquer tipo de classificação, sendo ele o tamanho das dimensões da imagem, onde um problema simples pode se tornar complexo, já que uma imagem em escala de cinza de 300 pixels por 300 pixels irá possuir um total de 90000 valores diferentes ( $m = i \times j$ ). Sendo assim é necessário retirar das imagens somente o que interessa, para isso é utilizado o método de análise de componentes principais (PCA), onde serão extraídas das imagens as partes que possuem as maiores relevâncias dentro do espaço de distribuição de dados.

O PCA é feito pela decomposição em autovetores de uma matriz de covariância, sendo o autovetor o maior autovalor associado correspondente do da componente principal de cada conjunto.

### 2.1.1 Reconhecimento Utilizando Eigenfaces

Pode-se utilizar eigenfaces para reconhecimento facial, alguns passos devem ser feitos antes do reconhecimento concreto, levando em consideração que as imagens utilizadas estão centralizadas e possuem os mesmos tamanhos. Sendo assim pode-se dividir o processo em duas etapas, a primeira de treinamento e o segundo de reconhecimento. Para a etapa de treinamento os seguintes passos devem ser feitos:

- Adquirir uma coletânea de imagens para ser o conjunto de treinamento;
- Deixar as imagens no tamanho desejado, cortando somente a face como objeto de interesse;
- Fazer o vetor de imagens ( $I = N \times N$ ) ser um vetor gamma ( $\Gamma = N^2 \times 1$ );
- Calcular a face média do vetor  $\Gamma$  a partir da fórmula  $\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i$
- Calcular a face média de cada face do conjunto  $\Gamma$  a partir da fórmula  $\Phi_i = \Gamma_i - \Psi$
- Obter a matriz de covariância  $C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Phi_i \Phi_i^T = AA^T$ . Onde  $A = [\Phi_1 \Phi_2 \dots \Phi_M]$
- Autovalores e Autovetores
- Obter os melhores M autovetores
- Manter somente os K melhores autovetores (K com maiores autovalores)

A segunda etapa sendo a de reconhecimento, se utiliza uma face que esta fora do conjunto de treinamento para poder fazer a validação, além de que deve estar com o mesmo tamanho das imagens do conjunto de treino, seguindo os seguintes passos:

- Normalizar a imagem  $\Gamma$  :  $\Phi = \Gamma - \Psi$
- Calcular um conjunto de pesos baseados na imagem de entrada e as M Eigenfaces projetando a imagem de entrada em cada uma das Eigenfaces;
- Determinar se a imagem de entrada é uma face, calculando se a imagem está suficientemente próxima do espaço facial;
- Se for uma face, classificar os padrões de peso para saber se é uma pessoa conhecida ou desconhecida;

Segundo (COIFMAN; WICKERHAUSER, 1995), (PARRAGA, 2002), e este ainda (OPPENHEIM, 2009). Exemplo de ref

**Altura** (*Pitch*)

## 2.2 SISTEMAS EMBARCADOS

Atualmente a tecnologia está cada vez mais popular e acessível, sendo assim possui-se diversos tipos diferentes de tecnologias para os mais diversos fins, sendo assim um conceito para que essas tecnologias possam ser classificadas e separadas para os seus específicos fins, pode-se utilizar o conceito de sistemas embarcados. Os sistemas embarcados são tecnologias que são construídas para devidos fins específicos com hardware específico que acaba não podendo ser reutilizado em outras aplicações que não possuam o mesmo hardware utilizado em seu desenvolvimento original.

Os sistemas embarcados podem normalmente desempenhar processos simples, que não geram nenhum tipo de risco para os usuários (exemplo de calculadoras, controles de videogames, telefones, etc.), contudo também podem ser utilizados para tarefas mais complexas que apresentam certos riscos se não forem projetados com um maior rigor (exemplo controle em aviões, controles industriais, monitoramento de saúde, etc.).

Neste âmbito um sistema desenvolvido para um hardware específico pode ser considerado um sistema embarcado, neste tipo de aplicação um hardware muito utilizado atualmente são as RaspberryPi, que são microprocessadores que rodam sistemas operacionais de diversos tipos.

### 2.2.1 Sons normais

exemplo de tabela

(TURK; PENTLAND, 1991) (PARRAGA, 2002) (OPPENHEIM, 2009) (COIFMAN; WICKERHAUSER, 1995)

Tipo	Intensidade	Descrição
Vesicular	Suave	Formado pela passagem do ar pelo parênquima pulmonar.
Bronquial	Alta	Som traqueal audível na zona de projeção de brônquios de maior calibre.
Broncovesicular	Intermediária	Somam-se as características do som bronquial com o som vesicular.
Traqueal	Muito alta	Som produzido na traqueia pela passagem do ar.

Tabela 2.1: Tipos de sons normais.

## 2.3 Processamento Digital de Sinais

### 2.3.1 Sistemas lineares e invariantes no tempo

bla bla bla

#### 2.3.1.1 Impulso Unitário

A função impulso,

#### 2.3.1.2 Convolução

A convolução é uma ...



Figura 2.2: Função impulso.

Caso a entrada neste sistema seja um impulso, o sinal de saída será denominada como resposta impulsiva e representado como  $h[n]$ , na eq. 2.1.  
exemplo de equação

$$y[n] = x[n] * h[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k] \cdot h[n - k] \quad (2.1)$$

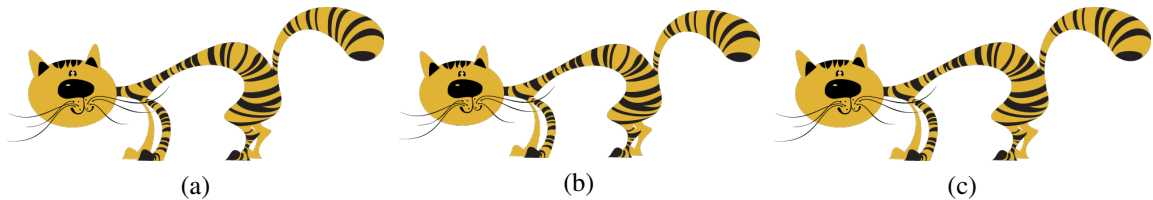


Figura 2.3: Espectros dos sinais: (a) sinal  $X(f)$ , (b) trem de impulsos, (c) sinal  $X(f)$  multiplicado pelo trem de impulsos.

## 2.4 Transformada Wavelet

bla bla bla

### 2.4.1 Modelo do neurônio biológico

#### 2.4.1.1 Topologia da rede

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

bla bla bla

### **3.1 Arduino Due**



## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Geração da RNA**

## **5 CONCLUSÃO**

## **6 TRABALHOS FUTUROS**

## REFERÊNCIAS

COIFMAN, R. R.; WICKERHAUSER, M. V. LOL Experiments with Adapted Wavelet De-Noising for Medical Signals and Images. In: TIME FREQUENCY AND WAVELETS IN BIOMEDICAL SIGNAL PROCESSING, SER. IEEE PRESS SERIES IN BIOMEDICAL ENGINEERING, 1995. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1995. p.323–346.

OPPENHEIM, A. V. **Discrete-Time Signal Processing**. F. Watts, London, England: Prentice Hall, 2009.

PARRAGA, A. **Aplicação da transformada Wavelet Packet na análise e classificação de sinais de vozes patológicas**. [S.l.]: Dissertação UFRGS, 2002.

TURK, M.; PENTLAND, A. P. **Face Recognition Using Eigenfaces**. 1991.