

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPTO. DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE  
COMPUTAÇÃO

**SEL0630 - Aplicação de Microprocessadores II**

**Interpretador de sinais para LIBRAS**

**Autor:** Kollins Gabriel Lima, nº. USP 9012931

**Autor:** Nome Aluno, nº. USP 0000000

**Orientador:** Prof. Dr. Evandro Luis Linhari Rodrigues

São Carlos

2017



# Resumo

Texto em **UM PARÁGRAFO** apenas - deve conter tudo resumidamente (introdução, método(s), resultados e conclusões), de tal forma que seja possível compreender a proposta e o que foi alcançado.

Palavras-Chave: palavra1, palavra2, palavra3, palavra4, palavra5.



# Abstract

[illegible]

**Keywords:** keyword1, keyword2, keyword3, keyword4, keyword5.



# Lista de Figuras

3.1	Método utilizado. . . . .	19
3.2	Pré-Processamento aplicado. . . . .	20
(Se houver...)		





# Lista de Tabelas

(Se houver...)



# Siglas (Se houver...)

MVC	<i>Model-View-Controller</i> - Modelo-Visão-Controlador
POO	Programação Orientada a Objetos
UI	<i>User Interface</i> - Interface do Usuário
UML	<i>Unified Modeling Language</i> - Linguagem de Modelagem Unificada



# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>15</b>
1.1	Motivação . . . . .	15
1.2	Objetivo . . . . .	16
1.3	Justificativa . . . . .	16
1.4	Organização do Trabalho . . . . .	16
<b>2</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>17</b>
2.1	Segmentação . . . . .	17
2.1.1	Detecção de Pele . . . . .	17
2.1.2	Detecção de Borda . . . . .	18
2.1.3	Detecção de Face . . . . .	18
2.2	Classificação . . . . .	18
2.2.1	Classificador k-NN . . . . .	18
<b>3</b>	<b>Material e Métodos ou Desenvolvimento do Projeto</b>	<b>19</b>
3.1	Material . . . . .	19
3.2	Métodos . . . . .	19
3.2.1	Captura da Imagem . . . . .	20
3.2.2	Pré-Processamento . . . . .	20
<b>4</b>	<b>Resultados e Discussões</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Conclusão ou Conclusões</b>	<b>23</b>
	<b>Referências</b>	<b>23</b>
	<b>Apêndices</b>	<b>27</b>
	<b>Apêndice A Cuidados e orientações para a elaboração de texto</b>	<b>27</b>

<b>Apêndice B Apresentação do TCC</b>	<b>31</b>
<b>Apêndice C Monografia Parcial do TCC</b>	<b>33</b>
<b>Anexos</b>	<b>33</b>
<b>I Aquilo que não é de sua autoria</b>	<b>35</b>
<b>II Aquilo que não é de sua autoria mas você julga importante colocar aqui</b>	<b>37</b>

# Capítulo 1

## Introdução

A Língua Brasileira de Sinais (Libras) é reconhecida oficialmente desde 2002 por meio da lei N° 10.436 (regulamentada pelo decreto N° 5.626 de 2005). Este marco representa um grande avanço para a comunidade surda, que possuem agora uma língua própria e direitos garantidos por lei, como expresso nos artigos 2º, 3º e 4º das obrigações do governo em divulgar a Libras e garantir o atendimento e tratamento à comunidade surda [1].

Segundo o Portal Brasil, existem mais de 9,7 milhões de surdos no país (dados do Censo de 2010), no entanto, a acessibilidade para essas pessoas ainda é um desafio devido a falta de intérpretes [2]. No intuito de diminuir as barreiras de comunicação, vários aplicativos tem surgido com a proposta de traduzir sites, textos e até mesmo voz para a Libras, como é o caso do ProDeaf e do Hand Talk apenas para citar alguns. No entanto, o processo inverso de tradução, ou seja, de Libras para o português, não é uma funcionalidade muito comum nestes aplicativos.

Na tentativa de criar uma interface entre surdos e ouvintes, busca-se neste trabalho desenvolver um aplicativo capaz de reconhecer gestos em Libras. Para este trabalho, o foco será dado na interpretação de sinais estáticos, mais especificamente na identificação dos números.

### 1.1 Motivação

É vasta a quantidade de estudos envolvendo o reconhecimento de gestos aplicadas à línguas de sinais. Também é vasta a coleção de aplicativos disponíveis para traduzir o português para Libras. No entanto, sistemas capazes de fazer o processo inverso de tradução e que estão disponíveis à sociedade ainda são escassos.

A grande motivação do trabalho é atuar de forma a fornecer ferramentas para que um usuário de Libras possa interagir com pessoas que não tem conhecimento da língua de sinais.

## 1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema para interpretação de sinais em Libras, focando na identificação dos números de 0 a 7.

## 1.3 Justificativa

O trabalho se justifica por atuar de forma a buscar alternativas à falta de intérpretes disponíveis aos usuários de Libras, não com o intuito de substituí-los, mas na tentativa de aumentar a autonomia de pessoas surdas.

## 1.4 Organização do Trabalho

Este trabalho está distribuído em XXX capítulos, incluindo esta introdução, dispostos conforme a descrição que segue:

Capítulo 2: Descreve .....

Capítulo 3: Discorre sobre .....

Capítulo 4: Apresenta .....



## Capítulo 2

# Fundamentação Teórica

### 2.1 Segmentação

Ao se capturar uma imagem para processamento, é muitas vezes conveniente separar regiões de interesse, eliminando elementos alheios. Para este projeto, estamos interessados em obter uma imagem das mãos com o maior nível de detalhe possível.

Na tentativa de isolar as mãos em uma imagem foram adotadas 3 técnicas:

- Detecção de pele
- Detecção de bordas
- Detecção de face

#### 2.1.1 Detecção de Pele

Uma técnica utilizada para detecção de pele é a baseada em cores, ou seja, é considerada pele todos os pixels que estão dentro de uma faixa de cores. Matematicamente, seja a imagem  $F(x,y)$  e dois limitantes  $\tau_1$  e  $\tau_2$ , a detecção de pele é feita conforme a equação 2.1.

$$F(x,y) = \begin{cases} F(x,y), & \text{se } \tau_1 > F(x,y) > \tau_2 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (2.1)$$

Nos trabalhos consultados, não houve unanimidade quanto à melhor opção de espaço de cores para detecção de pele. Em [3], é utilizado o espaço de cores YCbCr, o mesmo utilizado por [4]. Em [5] é utilizado o espaço de cores YUV enquanto [6] faz o reconhecimento de pele no espaço RGB.

Experimentalmente, o melhor resultado foi obtido com o uso do espaço de cor HSV, como feito por [7], que também aponta as limitações do uso da técnica baseada em cores devido a grande variação

de tonalidade de peles.

### 2.1.2 Detecção de Borda

A detecção de borda realça os limites das regiões, baseando-se na variação de luminosidade [8]. Este processo se mostra necessário pois realiza a binarização da imagem, evidenciando o elemento de interesse (mãos) e diminuindo a quantidade de características presentes na imagem, o que facilita a classificação posteriormente [8].

### 2.1.3 Detecção de Face

A detecção de face é uma técnica que visa identificar a existência ou não de uma face humana na imagem. Difere do reconhecimento de face, já que não se deseja identificar a pessoa, mas apenas identificar que existe uma pessoa (face).

Uma vez que se deseja isolar as mãos, é preciso fazer a identificação e a remoção da face, já que a detecção de pele destaca estas duas regiões [4].

Estas 3 etapas mostradas constituem uma fase de pré-processamento da imagem, com o intuito de identificar e isolar as mãos do ambiente.

## 2.2 Classificação

Para fazer o reconhecimento das imagens é preciso fazer uso de um sistema de classificação. Este sistema faz a identificação da imagem com base em um conjunto de treinamento previamente fornecido.

Vários são os métodos para fazer a classificação. Em [3] é utilizado máquina de vetores de suporte ou SVM (*Support Vector Machine*); classificador de Bayes é utilizado em [5] e em [6] utiliza-se Modelo oculto de Markov. Para simplificar o desenvolvimento, no entanto, foi adotado um classificador simples para este projeto, o k-NN (k-nearest neighbors).

### 2.2.1 Classificador k-NN

O classificador k-NN (*k-Nearest Neighbors*) verifica a distância do elemento de entrada para cada elemento no conjunto de treinamento e faz a classificação baseado nos k elementos mais próximos. A medida de distância deve ser definida com base nos elementos a serem classificados.

O k-NN suporta naturalmente uma aprendizagem incremental e utiliza uma abordagem *lazy*, ou seja, o algoritmo de aprendizagem retém informações de treinamento e apenas constroi um modelo ao receber uma entrada a ser classificada [9].

## Capítulo 3

# Material e Métodos ou Desenvolvimento do Projeto

### 3.1 Material

### 3.2 Métodos

A metodologia utilizada para realizar este trabalho baseia-se nas metodologias utilizadas em [3], [4] e [6]. Basicamente o processo se divide conforme mostra a figura 3.1.

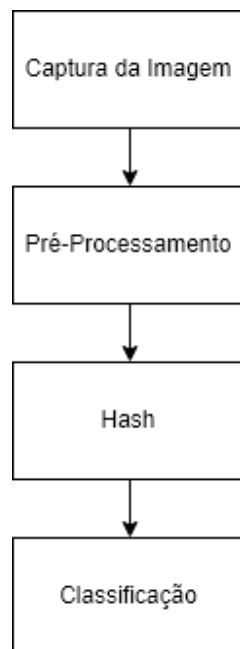


Figura 3.1: Método utilizado.

### 3.2.1 Captura da Imagem

A captura da imagem é feita pela câmera do aparelho Android. Não foi imposta nenhuma restrição quanto às características da câmera para este projeto.

### 3.2.2 Pré-Processamento

O pré-processamento é realizado com auxílio da biblioteca *OpenCV* e consiste em tratar a imagem capturada pela câmera de modo isolar as características desejadas (neste caso, busca-se isolar a região das mãos).

O processo de pré-processamento é mostrado na figura 3.2. São realizadas 3 etapas de maneira independente:

- Detecção de bordas: feita por meio da função *Imgproc.Canny*.
- Detecção de face: utiliza o *CascadeClassifier* da biblioteca *OpenCV* para fazer a detecção da região quadrada que contém uma face. Esta região é então preenchida (preto) de modo a eliminar a face da imagem.
- Detecção de pele:

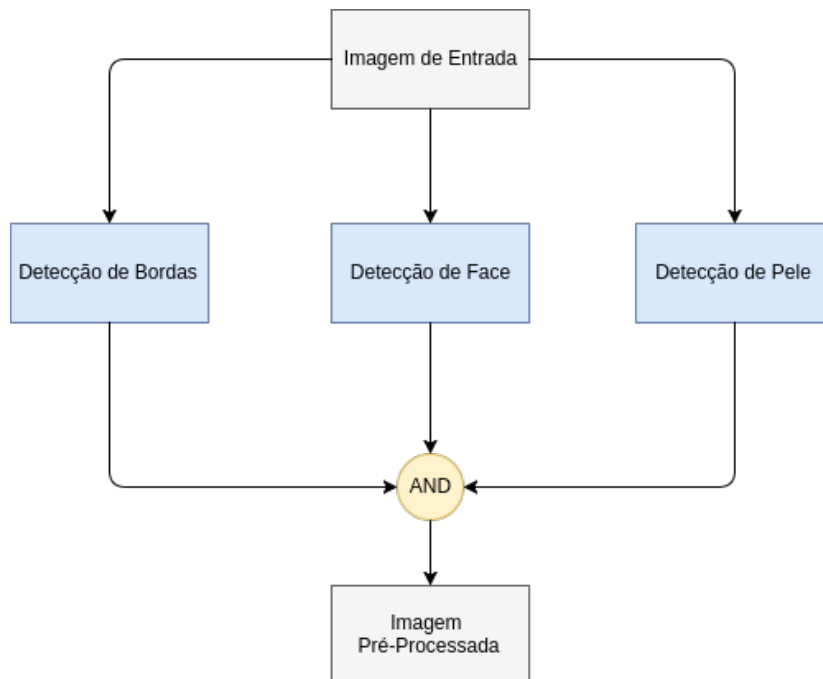


Figura 3.2: Pré-Processamento aplicado.

## **Capítulo 4**

# **Resultados e Discussões**

Resultados e discussões sobre o trabalho.



## **Capítulo 5**

# **Conclusão ou Conclusões**

Conclusões do trabalho de conclusão de curso.

### **Trabalhos futuros**

Isso é para a Monografia Final de defesa.....





## Referências

- [1] Claudio Alves Benassi. Da lei n. 10.436 de 24 de abril de 2002, 2014.
- [2] Portal Brasil (Org.). Apesar de avanços, surdos ainda enfrentam barreiras de acessibilidade. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2016/09/apesar-de-avancos-surdos-ainda-enfrentam-barreiras-de-acessibilidade>>. Acesso em: 08 out. 2017, 2016.
- [3] João D. S. Almeida Ruberth A. A. Barros, Aitan V. Pontes. Reconhecimento de linguagem de sinais: aplica-se em libras, 2014.
- [4] Hyotaek Lim Hui-Shyong Yeo, Byung-Gook Lee. Hand tracking and gesture recognition system for human-computer interaction using low-cost hardware, 2013.
- [5] Yanyu Niu Xiaotang Wen. A method for hand gesture recognition based on morphology and fingertip angle, 2010.
- [6] Chung-Lin Huang Feng-Sheng Chen, Chih-Ming Fu. Hand gesture recognition using a real-time tracking method and hidden markov models, 2003.
- [7] Adrian Rosebrock. Skin detection: A step-by-step example using python and opencv. Disponível em: <<https://www.pyimagesearch.com/2014/08/18/skin-detection-step-by-step-example-using-python-opencv/>>. Acesso em: 15 out. 2017, 2014.
- [8]
- [9] Solange Oliveira Rezende Rafael Geraldini Rossi. Aprendendo com os vizinhos, 2017.



## Apêndice A

# Cuidados e orientações para a elaboração de texto

### Dicas para a redação de uma boa monografia de TCC

Observe as diretrizes no site do Depto.

[http://143.107.182.35/sel/files\\_EE/tcc\\_-\\_diretrizes\\_EESC\\_v\\_2010.pdf](http://143.107.182.35/sel/files_EE/tcc_-_diretrizes_EESC_v_2010.pdf)

Veja no Portal de Livros Abertos da USP as mais novas versões das Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP.

- Parte I (ABNT) - <http://dx.doi.org/10.11606/9788573140606>
- Parte II (APA) - <http://dx.doi.org/10.11606/9788573140576>
- Parte III (ISO) - <http://dx.doi.org/10.11606/9788573140590>
- Parte IV (Vancouver) - <http://dx.doi.org/10.11606/9788573140569>

Observe os elementos pré-textuais neste documento....tem uma sequência a ser seguida (Capa, contracapa, Ficha catalográfica para a versão final, Listas de Figuras, Tabelas e Símbolos/Abreviaturas).

### Resumo/abstract

Texto em um parágrafo apenas. Deve conter tudo resumidamente (introdução, método(s), resultados e conclusões), de tal forma que seja possível compreender a proposta e o que foi alcançado;

Palavras-chave: Logo abaixo do Resumo/Abstract.

### **Capítulo 1 - Introdução**

Realmente introduz o leitor indicando quais são as direções do trabalho ? Apresenta o tema e o objeto do trabalho e contém as Referências do Estado da arte (quem está fazendo e em que nível os trabalhos da área estão hoje)?

- Justificativa/relevância do trabalho: explanação sobre porque o trabalho se justifica e quais os pontos de relevância do mesmo;
- Objetivo(s): "**somente**" o(s) objetivo(s) em uma frase. Também podem ser descritos na forma de "gerais" e/ou "específicos";
- Organização do trabalho (o que tem em cada capítulo).

Não há necessidade de reproduzir (copiar) as obras que embasam o trabalho e sim colocar o suficiente para o entendimento do trabalho e citar as referências;

### **Capítulo 2 - Embasamento Teórico ou Fundamentação Teórica**

Revisão da literatura dos tópicos que sustentam a ciência e o conhecimento, relativos ao(s) objetivo(s) e o(s) método(s) escolhido(s) para o desenvolvimento do trabalho;

### **Capítulo 3 - Material e Métodos ou Desenvolvimento do Projeto**

Descrição clara dos procedimentos e do material adotados para o desenvolvimento do trabalho (sem resultados), incluindo sua adequação ao trabalho.

Tem que responder às perguntas:

- Está com tamanho adequado (proporcional) à monografia?
- Há informação suficiente e clara sobre os materiais e sobre os métodos adotados?

Não há necessidade de reproduzir (copiar) as obras que embasam o trabalho e sim colocar o suficiente para o entendimento do trabalho e citar as referências.

### **Capítulo 4 - Resultados/Discussões**

Aqui se mostra o que o trabalho permitiu produzir, e às vezes o que pode ser comparado com outros trabalhos - aqui ficam claras se as propostas do trabalho são relevantes ou não, pois devem permitir a discussão do trabalho.

Deve responder: Os resultados estão claros em bom número (nem muito nem pouco) que permitam avaliar realmente a proposta e o que foi produzido?

### **Capítulo 5 - Conclusões**

"Fechar" com os objetivos? (respondem aos objetivos?) - aqui é que "se vende o peixe" pois irão valorizar (ou não) o trabalho realizado. Normalmente é uma parte do trabalho "um pouco desprezada", pois o autor já está "cansado...". Mas aqui é um ponto importante de medida se o trabalho tem ou não valor.

## Referências

Deve conter todas as referências **citadas no texto**. Observar as Diretrizes, pois lá estão os formatos corretos de citação.

## Apêndices

Todo o material produzido pelo autor durante o trabalho, que o mesmo julga importante disponibilizar, mas que não deve estar no corpo do trabalho, pois atrapalharia a leitura do mesmo.

## Anexos

Todo o material que não é de autoria própria, mas que é importante para completar as informações do corpo do texto (ex. datasheet).

### Outras observações **IMPORTANTES** (leia isso com atenção)

NUNCA copie texto de outro autor sem a devida forma de citação (ver em diretrizes); a cópia configura plágio! Com a Internet e/ou outras ferramentas dedicadas, é muito fácil identificar se houve cópia de texto. Se você quiser verificar a porcentagem que seu texto apresenta de similaridade com outros na internet, baixe e rode o Copy Spider, por exemplo, ou consulte outros em <http://www.escritacientifica.sc.usp.br/anti-plagio/>.

- ⇒ O tempo verbal a ser usado no texto, de forma geral, é o "PASSADO", pois o trabalho já aconteceu;
- ⇒ no texto, toda primeira vez que aparecer algum protocolo, procedimento, nome técnico, sigla, abreviatura, etc, além de explicar o que é, é necessário citar a referência. Exemplo: ...um giroscópio (referência) é um tipo de sensor...
- ⇒ figura que não é de sua autoria deve conter a fonte;
- ⇒ capriche nas figuras (uma figura bem composta quase não precisa de texto para explicá-la);
- ⇒ todas as figuras e tabelas devem ser referenciadas no texto;
- ⇒ procure manter a "Uniformidade de Notação" para o texto todo, ou seja, se denominou ou se referiu a algo ou alguém de uma certa forma, mantenha essa forma para se referir durante todo o texto;
- ⇒ não tenha medo de citar os trabalhos de outros autores (isso é imprescindível);
- ⇒ evite "muitas" referências de sites, pois são voláteis - procure boas referências nas bases consagradas como a IEEE (<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>), pois possuem artigos de ótimo nível;

- ⇒ **NÃO USE O WIKIPEDIA COMO REFERÊNCIA;**
- ⇒ todas as palavras escritas em inglês (ou em outras línguas) devem estar em itálico;
- ⇒ cuidado com o uso de "através", que significa "atravessar" algo e não por meio de ;
- ⇒ todas as obras citadas nas referências devem estar citadas no texto;
- ⇒ evite o uso de "satisfatório", "razoável" ou outra palavra que não seja precisa ou que não tenha sido definida a ordem de grandeza no texto;
- ⇒ códigos de programas devem estar em Apêndices, pois servem para comprovar o desenvolvimento e facilitar a reprodução do trabalho;
- ⇒ Anexos são informações que não são de sua autoria, mas que são importantes e que devem fazer parte da monografia para auxiliar e esclarecer o leitor.

## Apêndice B

# Apresentação do TCC

### Cuidados e orientações para a elaboração da Apresentação do TCC

Todos os meus alunos me enviam a apresentação previamente, pois faz parte do procedimento que adoto para os TCCs.

Como tem-se até 30 minutos para fazer a apresentação deve-se dimensionar a quantidade de slides para isso. Cada um tem seu "timing" com relação à quantidade de informação versus tempo disponível para apresentação. Os slides devem ser sempre muito mais visuais que textuais, ou seja, não se deve colocar frases e "ficar lendo" as mesmas. Os slides devem apresentar uma forma "clean" para que sirvam apenas de guia para a apresentação do trabalho.

Leia no site da Elétrica (/Graduação/Trabalhos de Conclusão de Curso - TCC) as DIRETRIZES GERAIS PARA ELABORAÇÃO DO TRABALHO DE FORMATURA - TCC, onde pode-se encontrar as Fichas de Avaliação que são sugeridas pelo Depto, que não são necessariamente seguidas à risca pelos avaliadores, mas que servem de bom guia para os alunos entenderem como são feitas as avaliações. Tente não utilizar fundo escuro, pois escurece o ambiente e às vezes não se consegue o visual esperado. Sempre que possível teste antes no local da apresentação.

Resumindo:

- ⇒ Prepare o seu ambiente de apresentação - mesa, cadeiras, etc., colocadas de maneira a não te atrapalhar;
- ⇒ Teste as cores que o projetor realmente projeta para que a visualização seja próxima daquela construída nos slides;
- ⇒ Evite usar fundo escuro;
- ⇒ A apresentação deve dedicar o maior tempo para o trabalho em si, suas propostas, seus resultados/discussões e conclusões;

- ⇒ Coloque um Sumário resumido da apresentação e não do trabalho todo;
- ⇒ Descarregue os slides de textos excessivos - os slides devem servir de guia para a apresentação e suporte visual para o público;
- ⇒ Slides com numeração - facilita o controle e a identificação do conteúdo;
- ⇒ Frases longas dificultam a apresentação pois induz o público à leitura e não à apresentação do palestrante;
- ⇒ Sua apresentação deve "caber" dentro de 15 a 30 minutos;
- ⇒ Não colocamos slides sobre Referências na apresentação, a menos que alguma(s) publicação(ões) seja(m) muito importante(s) a ponto de merecer destaque na apresentação;
- ⇒ O último slide deve conter "**OBRIGADO**" e não "Perguntas".
- ⇒ Como sou o orientador, eu serei o condutor de todo o ritual da defesa.



## Apêndice C

# Monografia Parcial do TCC

### Cuidados e orientações para a composição da Monografia Parcial do TCC

Trata-se de uma Monografia completa, com todas as partes de uma Monografia final.

Atente-se para as partes em **vermelho**.

- Resumo
- Introdução
- Objetivos
- Justificativas/Relevância
- Embasamento Teórico (Fundamentação Teórica-Revisão Bibliográfica)
- Material e métodos ou Desenvolvimento do Projeto
- **Resultados Preliminares**
- **Conclusões Preliminares**
- **Sequência do trabalho (indicando possíveis correções de rota do projeto)**
- **Cronograma Final (com correções se necessário)**
- Referências
- Apêndices
- Anexos

Sendo bem feito, irá poupar esforço para a redação da monografia.



## **Anexo I**

# **Aquilo que não é de sua autoria**

Texto do Anexo 1.



## **Anexo II**

**Aquilo que não é de sua autoria mas você  
julga importante colocar aqui**

Texto do Anexo 2.