

**Universidade Paulista - UNIP**

**Alessandro Basso**

**CONTROLE DE TECLADO POR MOVIMENTO OCULAR**

**Limeira  
2021**

**Universidade Paulista - UNIP**

**Alessandro Basso**

**CONTROLE DE TECLADO POR MOVIMENTO OCULAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora da Faculdade UNIP, como requisito parcial à obtenção do Bacharelado em ciência da computação sob a orientação do professor Dr. Antônio Matheus Locci.

**Limeira  
2021  
Alessandro Basso**

## CONTROLE DE TECLADO POR MOVIMENTO OCULAR

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora da Faculdade UNIP, como requisito parcial à obtenção do Bacharelado em ciência da Computação sob a orientação do professor Dr. Antônio Matheus Locci.

Aprovada em XX de XXXXX de 201X.

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Nome completo

---

Prof. Me. Nome completo

---

Prof. Esp. Nome completo

### DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Isabel e minha mãe Maria Aparecida pelo apoio incondicional; Ao meu professor orientador Dr. Antônio Matheus Locci pelos ensinamentos e orientações ao longo desse TCC.

*“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.”*

*(Dalai Lama)*

## RESUMO

Este Trabalho apresenta um modelo para a identificação do globo ocular utilizando técnicas de Visão Computacional associadas as bibliotecas OpenCV, Dlib, Numpy, pyttsx3, winsound.

Sua principal função é detectar o reconhecimento e o posicionamento dos olhos através de uma câmera digital, depois de ter capturado essas imagens que vai ser processada pela Visão Computacional, a aplicação vai ficar aguardando o usuário digitar qualquer letra do teclado virtual e assim formar frases a qual vai ser processada e transformada em saída de áudio pela aplicação, que irá ajudá-lo na sua comunicação diária.

Depois que o usuário escrever a frase completa na tela, ele fecha os olhos por 5 segundos e o sistema entende que ele quer pronunciar a frase e então é acionado o sistema de voz que entra em ação e fala a frase para a pessoa.

Palavra-Chave: Visão Computacional; Esclerose lateral amiotrófica; Ela; deficiência; até cinco palavras, separadas por ponto-e-vírgula.

## ABSTRACT

Text...

Key Words: ...

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Evolução das interfaces humano-computador.....	19
Figura 3.2 – Etapas de um sistema de Visão Computacional .....	20
Figura 3.4 – Pontos detectados da biblioteca Dlib .....	24

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Tipos de Distribuição Estatística.....13

**LISTA DE ABREVIATURAS**

**CLI** *Command Line Interface*

**ELA** Esclerose Lateral Amiotrófica

**GUI** *Graphical User Interface*

**GPU** *Graphics Processing Unit*

**HCI** *Human Computer Interface*

**NUI** *Natural User Interface*

**ROI** *Region Of Interest*

**SNC** Sistema Nervoso Central

**SOD1** Cobre Zinco Superóxido Dismutase1

**UX** *User Experience*

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivo.....	14
1.2 Justificativa.....	15
1.3 Metodologia.....	16
2. ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA.....	16
2.1 Causa.....	18
2.2 Sintomas e evolução da doença.....	18
2.3 Tratamento e o prognóstico.....	19
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
3.1 Interação Humano-Computador.....	19
3.2 Visão Computacional.....	21
3.3 OPenCV.....	24
3.4 DLIB.....	25
4. ARQUITETURA DO APLICATIVO.....	26
4.1 Desenvolvimento da aplicação em duas partes principais:.....	26
4.1.2 Detecção dos olhos:.....	26
4.1.3 Teclado Virtual:.....	26
5. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO.....	26
5.1 Detecção dos olhos.....	26
5.2 Teclado controlado pela detecção dos olhos ao piscar.....	26
5.4 Criando o teclado virtual.....	27
5.4.1 Criando a iluminação das letras a cada 10 quadros.....	27
5.4.2 Pressionando uma tecla quando piscar os olhos.....	27
5.5 Criando sons para o teclado.....	27
TESTANDO A APLICAÇÃO.....	27
6.1 Escrevendo na tela usando os olhos.....	27
6.1.1 Escolhendo o lado do teclado.....	27
6.1.2 Pressionando uma tecla.....	27
6.1.3 Repetindo as etapas novamente para pressionar uma nova tecla.....	27
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
CONCLUSÃO.....	28

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....28

## 1. INTRODUÇÃO

Este estudo nasceu da necessidade da avaliação de uma aplicação que viesse atender às reais necessidades das pessoas com Esclerose lateral amiotrófica(ELA) em suas atividades, tendo como principal finalidade a sua integração ao uso do computador nos moldes atuais.

Esta aplicação avaliada e intitulada Controle de Teclado por Movimento Ocular foi desenvolvido por Alessandro Basso, sob a coordenação do Prof. Dr. Antônio Matheus Locci, professor adjunto da Universidade Unip de Limeira, com o intuito de incentivar e atender as pessoas com Esclerose lateral amiotrófica(ELA), no processo de inclusão social computacional.

Deve-se garantir que essas pessoas sejam apoiadas para tornarem-se participantes e colaboradores neste novo tipo de sociedade. Devem-se evitar os erros do passado, quando os portadores de deficiências eram deixados à margem (STAINBACK; STAINBACK, 1999).

A tecnologia computacional está inserida na sociedade e, sobretudo, na educação, promovendo evolução e mudanças nos métodos de ensino tradicionais (CANAL; BRUM, 2004).

O objetivo deste estudo é avaliar a utilização da aplicação Controle de Teclado por Movimento Ocular tornando o acesso computacional aos portadores de Esclerose lateral amiotrófica(ELA) tão simples, que qualquer pessoa sem o mínimo de conhecimento prévio, habilidade ou nível de instrução possa acessá-lo.

Tem-se uma visão de que a tecnologia está se movendo para um melhor aproveitamento do usuário, desenvolvendo técnicas baratas, de fácil aplicação e efetivas (ROOT; DRAPER, 1983). O fato é que o computador já está integrado na vida das pessoas e sem ele será cada vez mais difícil a adaptação das mesmas na sociedade moderna. Pode-se dizer que, com tudo isso, uma grande parte da sociedade está sendo amplamente beneficiada e o benefício será mais amplo na medida em que mais pessoas consigam ter acesso aos equipamentos de informática (CARVALHO, 1994).

A aplicação Controle de Teclado por Movimento Ocular é uma iniciativa de desenvolvimento de uma ferramenta para a efetiva inclusão social de pessoas portadoras de deficiência(ELA), levando em consideração as necessidades de cada indivíduo, favorecendo o cognitivo e desenvolvendo principalmente a independência.

A grande maioria das soluções disponíveis comercialmente tem custo alto ou não atende a todos de uma maneira geral. A proposta do Controle de Teclado por Movimento Ocular foi o desenvolvimento de uma aplicação que pudesse dar mais uma alternativa ao usuário deficiente motor, atendendo de uma maneira mais geral e principalmente gratuita. O Controle de Teclado por Movimento Ocular necessita apenas de uma câmera de vídeo (*webcam*) e um computador. Tendo esses itens o usuário já pode fazer uso do sistema.

Da mesma forma o presente trabalho se propõe a avaliar uma alternativa de aplicação capaz de controlar o teclado através de movimentos corporais identificados pelo sistema. Este movimento pode ser de qualquer parte do corpo do usuário, no qual tenha o maior controle motor possível. Neste caso específico, consistiu posicionamento de uma câmera de vídeo focando na parte dos olhos, transmitindo o seu movimento a aplicação que controla o teclado virtual.

### **1.1 Objetivo**

O objetivo do presente trabalho é desenvolver uma *aplicação* para poder ajudar as pessoas com Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), e também pessoas que sofreram algum tipo de derrame cerebral e que perderam todos os movimentos do corpo, ou seja, estão incapazes e dependem única e exclusivamente de outras pessoas para viverem.

A partir deste cenário, este trabalho visa contribuir com o desenvolvimento de uma solução tecnológica dedicada à essas pessoas para oferecer uma maior autonomia e qualidade de vida. A proposta é oferecer independência através de uma plataforma de *software* que permita ao usuário portador de ELA se comunicar com outras pessoas através do controle de um teclado virtual, utilizando apenas expressões e movimentos faciais a partir dos olhos.

A função do *software* é capturar as letras que foram digitadas pelo usuário através do reconhecimento facial e transformar numa saída de áudio para o mesmo se comunicar com outras pessoas e ter basicamente sua comunicação reestabelecida.

Para isso utilizaremos as seguintes tecnologias:

- Python
- OpenCv
- Dlib
- Numpy
- Pyglet
- Math

## **1.2 Justificativa**

Dentre as tentativas encontradas de superação para as dificuldades e limitações de pessoas com Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), surge a Visão Computacional que tem como objetivo principal a manipulação da imagem ou quaisquer dados multidimensionais.

Com essa aplicação a prioridade é ajudar essas pessoas com a comunicação, ou seja, através de uma câmera digital e um teclado virtual a pessoa vai poder se comunicar através do *software* usando apenas os seus olhos para escrever na tela do computador e depois que as letras estiverem formadas a pessoa dá um comando com os olhos e o *software* pronuncia a frase completa.

Devido a tantas limitações que a Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) causa nas pessoas, o principal objetivo dessa aplicação é trazer uma maior comunicação entre o portador de ELA e seus familiares, filhos e amigos, podendo assim dar um mínimo de dignidade e alegria para o paciente, pois o mesmo agora tem a chance de se comunicar, podendo expressar seus sentimentos tanto de dor, alegria, tristeza, e também vai ter sua autoestima melhorada devido a tantas restrições que a própria doença causa.

### 1.3 Metodologia

A primeira parte trata-se de uma pesquisa bibliográfica onde inicialmente o trabalho irá tratar de um problema relacionado a pessoas que adquiriram a Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), e através da Visão Computacional iremos desenvolver uma aplicação capaz de ajudar essas pessoas que perderam todos os movimentos do corpo a se comunicarem apenas com o movimentação dos olhos, através de uma webcam e um teclado virtual.

Os frames obtidos pela câmera com o auxílio da biblioteca OpenCV são processados por funções da biblioteca DLIB, onde a quantidade de rosto de pessoas presentes no frame é identificada. Para o caso de apenas uma pessoa identificada, o algoritmo detecta os pontos de referência da face dessa pessoa: contornos do rosto, boca, nariz, olhos e sobrancelhas.

A partir desses pontos obtidos em relação ao frame, uma imagem em duas dimensões é capturada e depois é possível calibrar a câmera utilizando um modelo dos mesmos pontos em três dimensões. Com as informações de um ponto em duas dimensões e em três dimensões, a função da biblioteca OpenCV é capaz de calibrar a câmera, fornecendo dois vetores, o de rotação e o de translação.

Utilizando algumas transformações matemáticas, é possível obter a posição e a rotação da face do usuário em relação aos três eixos, informações que serão utilizadas como critério para definir se a pessoa identificada no frame está com a postura adequada.

Para ter um valor inicial como referência, é necessária uma interação com o usuário detalhando como é uma postura adequada, para que ele adote essa postura e calibre a aplicação.

## 2. ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA

A esclerose lateral amiotrófica (ELA) foi primeiramente descrita por Charcot em 1869 e tornou-se bastante conhecida por Lou Gehrig's devido ao jogador americano de baseball que faleceu com a doença em 1941, sendo muito mais conhecida e associada ao famoso físico Steve Hawking, no qual conviveu com a doença durante 55 anos. É uma doença neurodegenerativa progressiva do SNC, associada à degeneração e perda de neurônios motores superiores e inferiores do córtex cerebral, tronco encefálico e medula espinhal. São descritos na literatura três tipos de ELA, esporádica (90% dos casos), familiar (9%), e um tipo mais raro, o da ilha de Guam, que representa 1%. A mutação na região q21 do cromossomo 21 está associada a 20% das famílias com ELA de herança dominante.

A Doença causa comprometimento físico, progressivo e acumulativo, com óbito frequentemente decorrente de falência respiratória. A enfermidade apresenta características diversas nas formas de apresentação, curso e progressão. Não entendemos ainda a causa ou causas dessa enfermidade, nem os mecanismos que regem a sua progressão; assim, tratamentos efetivos não são, até o momento, conhecidos. Atualmente, recomenda-se que os pacientes com ELA sejam tratados com equipe multidisciplinar. Diagnóstico precoce, informação do diagnóstico com honestidade e sensibilidade, envolvimento do paciente e sua família, e um plano de atenção terapêutica positivo são pré-requisitos essenciais para um melhor resultado clínico e fim terapêutico. Tratamento multidisciplinar e cuidados paliativos podem prolongar a sobrevida e manter melhores aspectos de qualidade de vida. Tratamento com Riluzol aumenta a sobrevida, mas sem alteração na deterioração funcional, enquanto que ventilação não-invasiva prolonga a sobrevida e aumenta ou mantém qualidade de vida. Problemas múltiplos exigem uma abordagem multidisciplinar, incluindo-se tratamento sintomático agressivo, reabilitação para manter a função motora, apoio nutricional (alimentação entérica, gastrostomia), suporte respiratório (ventilação domiciliar não-invasiva, ventilação invasiva, traqueostomia), dispositivo para comunicação aumentativa, cuidados paliativos, apoio psicológico para ambos, pacientes e familiares (uma vez que os familiares, muitas vezes, desempenham um papel central na gestão e no atendimento. A multiplicidade de orientações com base

em guias de consensos de melhor prática clínica devem ser fornecidas para os pacientes com ELA. As orientações multidisciplinares têm mudado a história desta doença, ainda com nenhuma terapia curativa disponível.

## **2.1 Causa**

Atualmente, existem diversos genes envolvidos na Esclerose Lateral Amiotrófica, sendo o mais comum o: SOD1, que converte o Co, Znc2 SOD, esta proteína desenvolve um aglomerado temporário de 3 moléculas, conhecido pelo nome de Trímero. Essas moléculas são altamente tóxicas aos neurônios motores, resultando na morte dessas células nervosas.

Devido à variabilidade fenotípica[20] e genética[21], hoje sabe-se que existem vários subtipos de ELA. No Brasil, uma forma especial, a ELA subtipo 8 (ELA8), tem sido discutida por suas características peculiares [22].

## **2.2 Sintomas e evolução da doença**

Trata-se de uma doença que acomete o sistema nervoso, até o momento irreversível, que incapacita o portador à medida que avança. A pessoa sente dificuldades de se locomover, comer, falar; perde habilidade dos movimentos, inclusive das próprias mãos, não consegue ficar de pé por muito tempo pois a doença acaba por afetar toda a musculatura. Geralmente atinge pessoas mais idosas, mas há casos de pessoas que apresentaram a doença na faixa dos 20 anos de idade.

À medida que a doença progride, geralmente depois da perda das habilidades de locomoção, fala e deglutição, o doente acaba por falecer, se não for submetido a tratamento, de incapacidade respiratória quando os músculos associados à respiração são afetados. A maioria dos movimentos como caminhar e respirar, são gerados na medula espinhal.

É preciso que o paciente a partir de um determinado estágio da doença, seja acompanhado de perto por outra pessoa em função da incapacidade de executar as

suas tarefas rotineiras. Como a doença não afeta as suas capacidades intelectuais, o paciente percebe tudo que acontece a sua volta, vivencia por isso, lucidamente, a doença e a sua progressão, havendo porém dificuldades de comunicação com outras pessoas caso já exista comprometimento dos músculos da fala.

### **2.3 Tratamento e o prognóstico**

Ainda não existe tratamento eficaz ou cura. Porém, o riluzol (nome comercial: Rilutek), um medicamento de alto custo, pode retardar a evolução da doença e aumentar a sobrevida em alguns meses.

Por isso os cuidados paliativos são muito importantes para a melhoria da qualidade de vida dos doentes.

A esperança de vida varia de indivíduo para indivíduo, mas, em termos estatísticos, mais de 60% dos doentes só sobrevivem entre 2 a 5 anos. Mas, casos raros de pessoas diagnosticadas com esta síndrome aos 20 até os 21 anos de idade sobrevivem por mais tempo.

## **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1 Interação Humano-Computador**

O termo Interação Humano-Computador foi adotado a partir de 1980, para descrever um novo campo de estudo que surgiu juntamente com as interfaces gráficas, onde o lado humano, juntamente com suas capacidades e limitações, além de outros fatores relevantes como a saúde, as relações sociais e as práticas de trabalho interferem diretamente para o sucesso ou fracasso na utilização dos sistemas computacionais (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

A Interação Humano-Computador, também chamada de IHC, foi definida por Norman como "o conjunto de processos, diálogos e ações através dos quais o usuário humano interage com um computador"(NORMAN, 2013). Além disso, também é caracterizada por sua multidisciplinaridade, uma vez que envolve estudos voltados aos computadores, como ciência, engenharia da computação, bem como voltados ao homem, como psicologia, cognição e ergonomia. Tendo como principal

objetivo, traçar diretrizes e boas práticas para o desenvolvimento, implementação e avaliação de sistemas que de alguma forma interagem com humanos (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

As interfaces humano-computador tiveram evoluções ao longo do tempo, como pode ser visto na Figura 3.1, desde a interface por linha de comando, também chamada de Command Line Interface (CLI), onde o usuário interagia com o sistema apenas enviando comandos de textos, passando pela interface gráfica do usuário, também chamada Graphical User Interface (GUI), onde o usuário interage com elementos gráficos presentes na tela utilizando o teclado e mouse, até a interface natural do usuário, também chamada Natural User Interface (NUI), onde é possível interagir através de gestos, fala, visão, tato e movimentos corporais.

Figura 3.1 – Evolução das interfaces humano-computador.



Fonte: (MATSUMURA; SONNINO, 2011)

O homem é o elemento principal da IHC. Para que os computadores sejam utilizados da melhor maneira possível, as interações devem ser projetadas observando as necessidades e capacidades do público alvo que o utilizará. Portanto, as características humanas influenciam na interação com os sistemas computacionais.

A visão, a audição, o tato e a capacidade de movimentação do corpo, são essenciais na capacidade de percepção de mundo de cada indivíduo e sua capacidade de atuar sobre ele. Portanto, conhecer as características humanas do público alvo nos permite aproveitar suas capacidades e, também, respeitar suas limitações durante a interação com sistemas computacionais.

Para Barbosa e Silva (2010), usar um sistema interativo significa interagir com sua interface para alcançar objetivos em determinado contexto de uso. Os critérios de qualidade de uso enfatizam as características da interação da interface que as tornam adequadas aos efeitos esperados do uso do sistema, sendo eles: usabilidade, experiência do usuário, acessibilidade e comunicabilidade.

A usabilidade está diretamente relacionada com a facilidade de aprendizado e uso da interface, bem como a satisfação do usuário em decorrência desse uso (NIELSEN, 1994). A usabilidade é uma das qualidades mais importantes de uma interface e para garanti-la, o sistema deve ser adequado às necessidades do usuário, sem que o mesmo tenha que se adaptar ao sistema computacional. Para tanto, testes de usabilidade podem ser realizados para medir a facilidade de aprendizado e a satisfação do usuário durante a utilização de um sistema.

A norma ISO 9241-210, define Experiência do Usuário, também chamada de User Experience (UX), como as percepções e respostas de uma pessoa resultantes do uso de um sistema, produto ou serviço (ISO, 2009). A Experiência do Usuário é uma qualidade de interface relacionada aos sentimentos e emoções do usuário, ao interagir com a interface, indicando portanto, como o usuário se sente ao utilizar o sistema computacional.

O critério de acessibilidade está relacionado à remoção das barreiras que impedem mais usuários de serem capazes de acessar a interface do sistema e interagirem com ele. Garantir a acessibilidade significa permitir que mais pessoas possam interagir com o sistema, tenham elas alguma deficiência ou não (BARBOSA; SILVA, 2010).

Já o critério de comunicabilidade, indica a responsabilidade de comunicar ao usuário as intenções de design e a lógica do comportamento da interface, pois a compreensão de como o sistema funciona, torna seu uso mais eficiente.

### **3.2 Visão Computacional**

Para nós, seres humanos, a percepção visual do mundo que nos rodeia é uma tarefa simples. Conseguimos compreender e identificar cores, texturas, sombras e padrões em elementos visuais com facilidade. Em uma imagem, conseguimos distinguir quem são as pessoas, sua idade aparente e até mesmo identificar suas expressões faciais, mas esta mesma tarefa não é elementar quando nos referimos a computadores, pois, diferentes níveis de luminosidade, cores e sombras, podem interferir e serem interpretada de diferentes maneiras sob a análise de um computador.

Assim, Szeliski (2010) define a visão computacional como a área do conhecimento que procura reproduzir a visão humana, quanto a capacidade de extrair das imagens suas características, permitindo a interpretação e identificação de padrões dos elementos nela presentes.

Ballard e Brown (1982) descrevem a Visão Computacional como uma área de pesquisa, que corresponde ao processo de modelagem e replicação da visão humana, a partir de um conjunto de *software* e *hardware*. Além disso, a Visão computacional se encarrega de extrair informações de uma imagem, construindo descritores explícitos dos objetos ali presentes.

Dessa forma, a recente evolução tecnológica dos dispositivos de hardware como computadores, smartphones e dispositivos de imagem, tem tornado os preços cada vez mais acessíveis ao consumidor, possibilitando a crescente aplicação da visão computacional em distintas áreas do conhecimento.

Os sistemas de visão computacional possuem etapas de processamento, como pode ser visualizado na Figura 3.2. São elas: aquisição de imagens, processamento de imagens, segmentação, extração de características e reconhecimento de padrões.

Figura 3.2 – Etapas de um sistema de Visão Computacional.



Fonte: (BACKES *et al.*, 2016)

- **Aquisição de Imagens:** a etapa de aquisição de imagens caracteriza-se pela captura, armazenamento e transmissão de uma imagem. Esta etapa pode ser realizada através de dispositivos como: scanners, webcams, smartphones, filmadoras, máquinas fotográficas, entre outros dispositivos. E produz como saída, uma imagem digital composta por pixels.
- **Processamento de Imagens:** esta etapa deve ser realizada com o objetivo de aprimorar a qualidade da imagem, removendo ruídos, salientando bordas ou suavizando a imagem. É importante salientar que agrupamos nesta fase o que se usualmente denomina-se pré-processamento, como a rotação da imagem, equalização de histogramas, quanto processamentos mais complexos como filtros e aplicação de operadores morfológicos.
- **Segmentação:** esta etapa é responsável por particionar as imagens em regiões de interesse ou region of interest (ROI). A quantidade e definição dos segmentos a serem criados nesta etapa, dependem, portanto, das características do problema a ser resolvido. Por exemplo, para determinar expressões faciais, estamos interessados em analisar apenas a região do rosto do usuário.
- **Extração de características:** esta etapa é responsável por obter um conjunto de características de um objeto de interesse. A região de interesse segmentada passa por um classificador responsável por extrair as características da imagem, como cor, forma, textura e tamanho.

- **Reconhecimento de Padrões:** esta etapa é responsável por classificar ou agrupar as imagens com base em seus conjuntos de características. Reconhecer significa identificar algo novamente, e isso implica em um procedimento onde já existe algum conhecimento a priori e também algum tipo de conhecimento armazenado sobre o objeto (MARENGONI; STRINGHINI, 2009). Assim, a partir das características extraídas na fase anterior, podem ser reconhecidos objetos em uma imagem como: carros, rostos, reconhecimento de impressões digitais, entre outros elementos.

### 3.3 OPenCV

Desenvolvida inicialmente pela Intel, OpenCV (Open Source Computer Vision) é uma biblioteca multi-plataforma com um forte foco para o processamento digital de imagens em tempo real, escrita em C/C++ que hoje contém interfaces para diversas linguagens tais como Python e Java. Sua primeira versão foi lançada em 2000 e desde então as suas funcionalidades vem sendo desenvolvidas pela comunidade científica, ela conta com várias centenas de algoritmos de visão computacional o que torna esta biblioteca uma ferramenta poderosa no campo da visão computacional (BAGGIO, 2015).

O OpenCV possui uma estrutura modular, o que significa que o pacote inclui várias bibliotecas compartilhadas ou estáticas. Os seguintes módulos estão disponíveis:

- **Funcionalidade central** – um módulo compacto que define estruturas de dados básicas, incluindo o denso array multidimensional Mat e funções básicas usadas por todos os outros módulos.
- **Processamento de imagem** – um módulo de processamento de imagem que inclui filtragem linear e não linear de imagem, transformações geométricas de imagem (redimensionamento, distorção afim e perspectiva, remapeamento baseado em tabelas genéricas), conversão de espaço de cores, histogramas e assim por diante.

- **Vídeo** – um módulo de análise de vídeo que inclui estimativa de movimento, subtração de fundo e algoritmos de rastreamento de objetos.
- **Calib3d** – algoritmos básicos de geometria de múltiplas visualizações, calibração de câmera única e estéreo, estimativa de pose de objeto, algoritmos de correspondência estéreo e elementos de reconstrução 3D.
- **Features2d** – detectores de recursos salientes, descritores e correspondências de descritores.
- **Objdetect** – detecção de objetos e instâncias das classes predefinidas (por exemplo, rostos, olhos, canecas, pessoas, carros e assim por diante).
- **Highgui** – uma interface fácil de usar para recursos de IU simples.
- **Videoio** – uma interface fácil de usar para captura de vídeo e codecs de vídeo.
- **GPU** – algoritmos acelerados por GPU de diferentes módulos OpenCV.
- ..... - alguns outros módulos auxiliares, como FLANN e Google test wrappers, associações Python e outros.

### 3.4 DLIB

Inicialmente idealizada por Davis King, hoje com mais de 100 colaboradores, Dlib é uma biblioteca gratuita, desenvolvida em C++ que objetiva servir como uma coleção de componentes de framework para serem usados em qualquer tipo de aplicação, fins comerciais ou acadêmicos. Atualmente, disponibiliza módulos para suporte a Álgebra Linear, Processamento de imagens, Otimização, entre outros, todos com uma extensa documentação.

O site oficial da biblioteca oferece exemplos de classes desenvolvidas para detecção de face, alinhamento, clusterização etc. Para detecção de rostos, a Dlib utiliza Redes Neurais Convolucionais.

Seu propósito no projeto é analisar os frames obtido através de funções da biblioteca OpenCV, fornecendo a quantidade de faces encontradas em cada frame e, para o caso de apenas uma face encontrada, detectar a posição dos pontos de referência da face, como o seu contorno e os contornos do nariz, olhos, sobrancelhas e boca, como mostra a figura 3.4 logo abaixo.

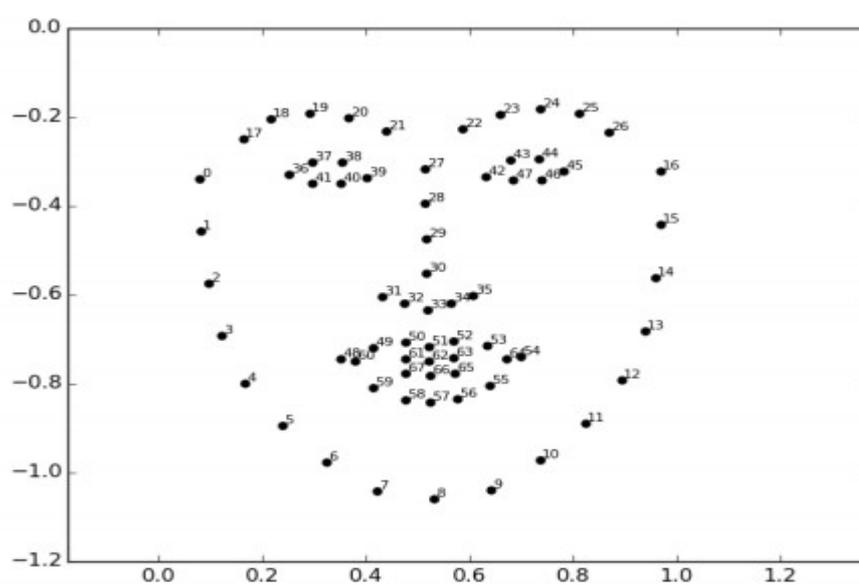
---

<http://www.jmlr.org/papers/volume10/king09a/king09a.pdf>

<http://dlib.net/>

[https://github.com/ageitgey/face\\_recognition](https://github.com/ageitgey/face_recognition)

Figura 3.4 - Foto extraída do site Open Face



Pontos detectados pela DLIB.

Fonte: [openface-api.readthedocs.io/en/latest/\\_images/dlib-landmark-mean.png](https://openface-api.readthedocs.io/en/latest/_images/dlib-landmark-mean.png) [18].

## 4. ARQUITETURA DO APLICATIVO

### 4.1 Desenvolvimento da aplicação em duas partes principais:

#### 4.1.2 Detecção dos olhos:

Primeiro o aplicativo irá fazer a detecção dos olhos, depois pegara seu movimento e o mais importante quando o usuário piscar os olhos a aplicação registrará o evento de piscar.

#### 4.1.3 Teclado Virtual:

Vamos desenvolver um teclado virtual na tela para selecionar as teclas usando apenas os olhos.

## **5. DESENVOLVIMENTO DA APLICAÇÃO**

Nessa primeira etapa vamos nos concentrar em fazer a detecção dos olhos. Depois o reconhecimento do rosto e a localização exata dos olhos.

### **5.1 Detecção dos olhos**

### **5.2 Teclado controlado pela detecção dos olhos ao piscar.**

- Quando o usuário pisca o olho?
- Fazendo a detecção do piscar.

### **5.3 Detecção dos olhos**

- Por que precisaremos fazer a detecção do região específica dos olhos?
- Detectando o olho quando se posiciona a esquerda.
- Relacionado a relação do olhar e do olho.
- Detectando a região específica dos olhos.

### **5.4 Criando o teclado virtual.**

#### **5.4.1 Criando a iluminação das letras a cada 10 quadros.**

#### **5.4.2 Pressionando uma tecla quando piscar os olhos**

### **5.5 Criando sons para o teclado**

## **6. TESTANDO A APLICAÇÃO**

### **6.1 Escrevendo na tela usando os olhos**

#### **Como a aplicação vai funcionar?**

#### **6.1.1 Escolhendo o lado do teclado**

### 6.1.2 Pressionando uma tecla

### 6.1.3 Repetindo as etapas novamente para pressionar uma nova tecla

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### CONCLUSÃO

O trabalho permitiu...

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gonzalez, Rafael C, Woods Richard E. **Processamento Digital de Imagens**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2010.

ISBN < [https://pt.wikipedia.org/wiki/Especial:Fontes\\_de\\_livros/9780195133660](https://pt.wikipedia.org/wiki/Especial:Fontes_de_livros/9780195133660) >. Cópia arquivada em 8 de setembro de 2017.

KOEHLER, Peter J; BRUYN, George W; PEARCE, John (2000) < [https://books.google.com.br/books?id=dA1RDAAAQBAJ&pg=PA275&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=dA1RDAAAQBAJ&pg=PA275&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)>(em inglês). [S.l.]; Oxford University Press, USA. p. 275.

LEITE Neto, LAVOISIER França Junior. **Inteligibilidade de fala em pessoas com Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA)** Disponível em:<[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2317-17822021000100301&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-17822021000100301&tlng=pt)>. Acesso em 10 mar. 2021.

NVIDIA. “*Realtime Computer Vision with OpenCV*”. Disponível em <<http://research.nvidia.com/publication/realtime-computer-visionopencv>>. Acesso em 21 de março de 2021.

OLIVEIRA, Acary Souza Bulle and PEREIRA, Roberto Dias Batista. **Esclerose lateral amiotrófica (ELA): três letras que mudam a vida de uma pessoa. Para Sempre**. Arq. Neuro-Psiquiatria[online]. 2009, vol.67, n.3<sup>a</sup>, pp.750-782. ISSN 1678-4227.<<https://doi.org/10.1590/S0004-282X2009000400040>>

OPENCV. “About”. Disponível em <<https://opencv.org/about.html>>. Acesso 21 de março de 2021.

YOUNGSON, David B. Jacoby, Robert M. (2004). **Encyclopedia of family health 3. ed.**<[https://books.google.com.br/books?id=VUA8DQCONgUC&pg=PA1256&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=VUA8DQCONgUC&pg=PA1256&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)>. Tarrytown, NY: Marshall Cavendish. p. 1256. ISBN <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Especial:Fontes\\_de\\_livros/978-0-7614-7486-9](https://pt.wikipedia.org/wiki/Especial:Fontes_de_livros/978-0-7614-7486-9)>. Cópia arquivada em 8 setembro de 2017.