

CONTROLAR O PONTEIRO DO MOUSE UTILIZANDO O MOVIMENTO DE UM OLHO CAPTURADO ATRAVÉS DE UMA CÂMERA INFRAVERMELHA FIXA

Eduardo Henrique Sasse– Acadêmico

Paulo César Rodacki Gomes - Orientador



UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU

Roteiro

- Introdução
- Objetivos;
- Fundamentação teórica;
- Desenvolvimento da ferramenta;
- Conclusão;
- Extensões.



Introdução

- Inclusão social;
- Benefícios tecnologia;
- Formas de relacionamento;
- Construção de conhecimento;

- Movimento dos olhos;
- Membros superiores debilitados;
 - tetraplegia;
 - distrofia muscular;
 - amputação;

- Interface de comunicação humano-computador (ferramenta)
 - Monitoramento dos olhos;
 - Detecção do movimento;
 - Transferência do movimento;



Objetivos do trabalho

- Captar um vídeo de um usuário utilizando uma webcam;
- Utilizar o flash infravermelho para gerar o efeito olhos vermelhos;
- Detectar e demarcar o olho;
- Detectar e demarcar a pupila do olho;
- Calcular a proporção entre o movimento do olho e do ponteiro do mouse e mapear o movimento do olho para o ponteiro do mouse;
- Perceber alteração no estado do olho (aberto ou fechado) para caracterizar o *click* simples.



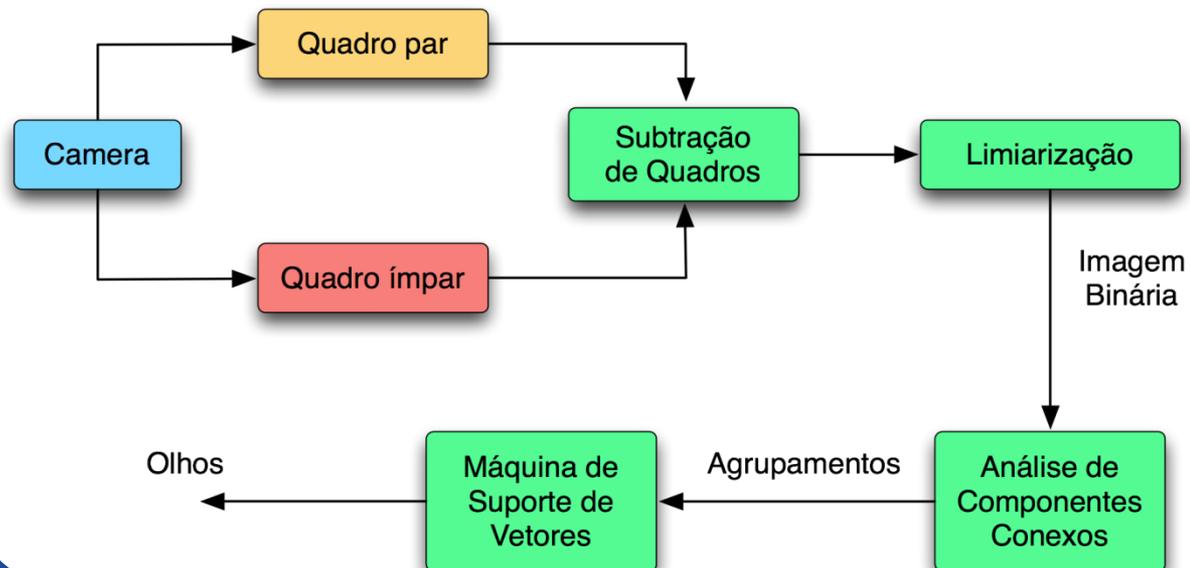
Fundamentação teórica



UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU

Método de Detecção

- Premissas
 - Detecção em tempo real;
 - Baixa complexidade computacional;
- Técnicas
 - Detecção e rastreamento;
 - Efeito Olhos-Vermelhos;
 - Iluminação infravermelha;
 - Subtração de quadros;
 - Reconhecimento de características;



Visão computacional

- Conceito
 - Conjunto de técnicas;
 - Interpretar imagens;
 - Estrutura de dados semântica.
- Aquisição de imagens
 - Dois elementos;
 - CCD (Charge Coupled Device);
 - Elemento digitalizador.
- Pré-processamento
 - Imagem com imperfeições;
 - Operações de baixo nível;
 - Aprimorar a qualidade.



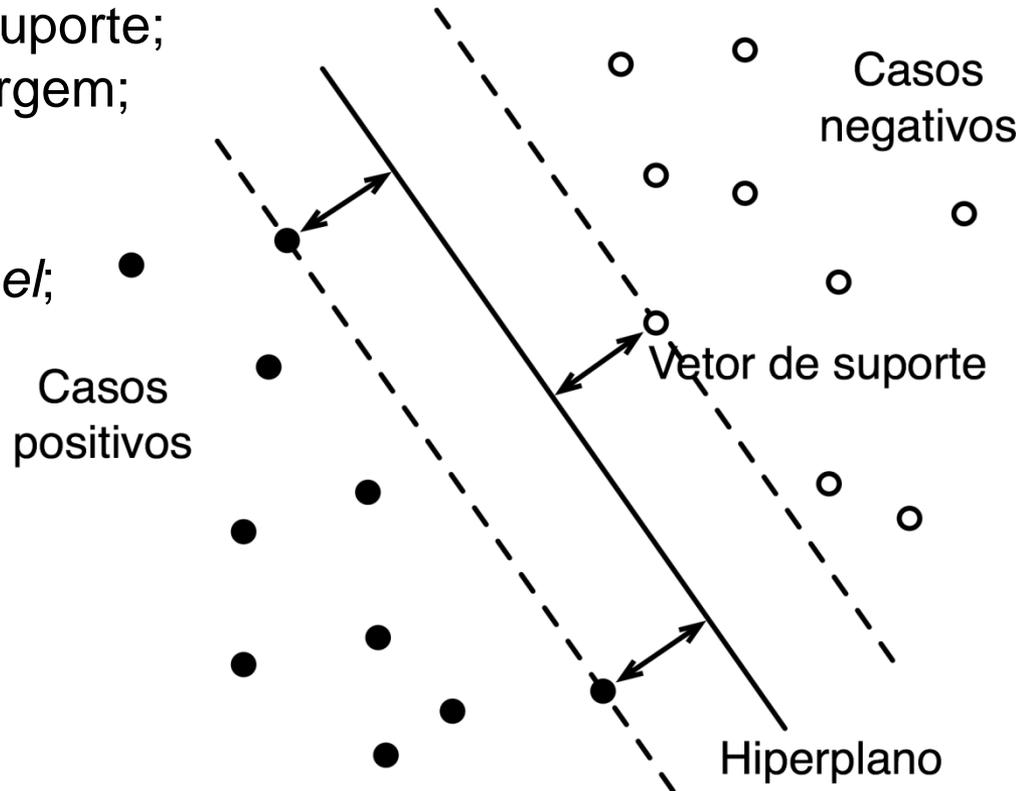
Reconhecimento de Padrões

- Reconhecimento de padrões
 - Conjunto de técnicas;
 - Identificação semelhanças.
- Problemas típicos
 - Objeto contido;
 - Apresenta característica.
- Máquinas de Vetores de Suporte - SVM
 - Técnica de aprendizado de maquina;
 - Comparável/Superior RNA;
 - Conclusões genéricas de conjunto de exemplos;
 - Aprendizado supervisionado;
 - Aprendizado não-supervisionado.



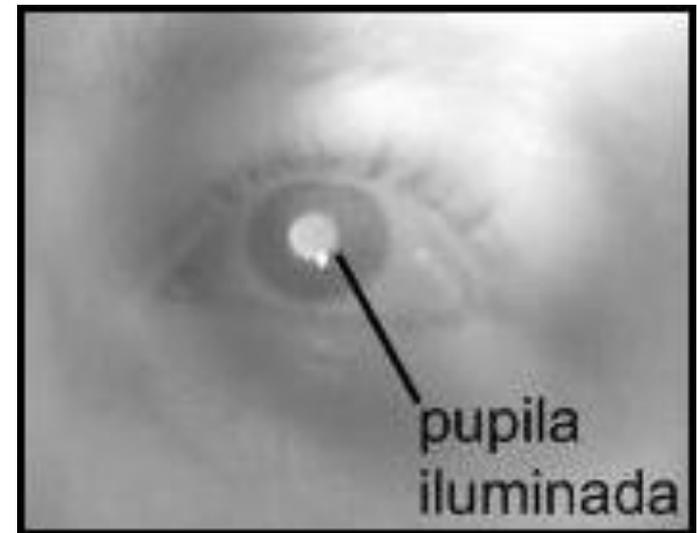
Reconhecimento de Padrões

- Máquinas de Vetores de Suporte - SVM
 - Pontos em um espaço multidimensional;
 - Hiperplano separa classes;
 - Vetores de suporte;
 - Tipos de margem;
 - Rígida;
 - Suaves.
 - Função *kernel*;
 - *Outliers*.



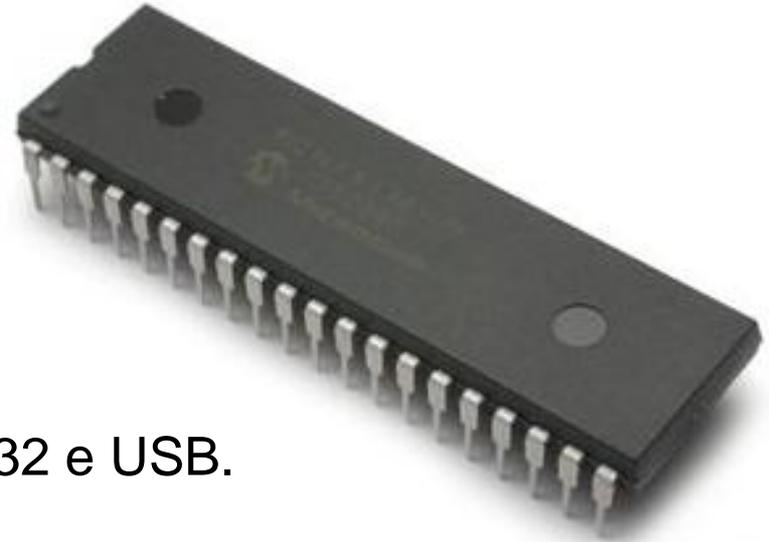
Visão do Olho sobre Iluminação Infravermelha

- Radiação Infravermelha
 - Não ionizante;
 - Região do espectro entre 3×10^{11} Hz e 4×10^{14} Hz;
 - Próximo de 780nm até 2500nm;
 - Não é visível pelo olho humano (400nm até os 700nm);
 - Córnea reflete a luz;
 - Efeito olhos-vermelhos.



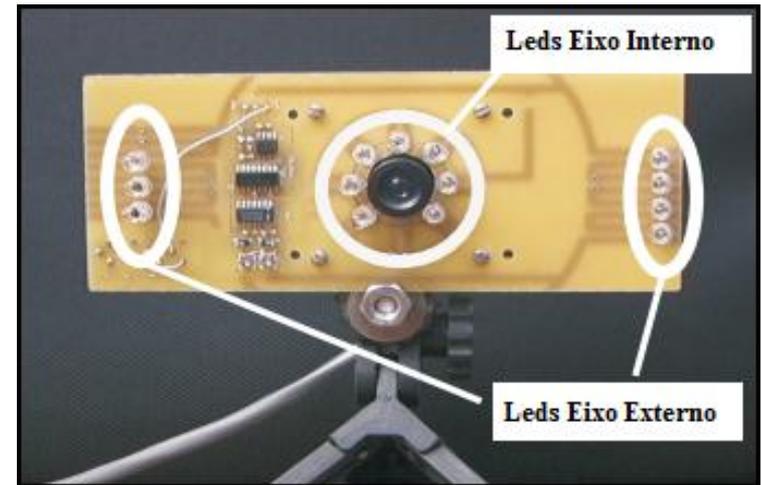
Microcontroladores

- Microcontrolador
 - Circuito integrado;
 - Microprocessador;
 - Periféricos essenciais;
 - Baixo custo;
 - Programáveis;
 - Baixo consumo de energia;
 - Interface entrada/saída RS232 e USB.
- C para Microcontroladores
 - Linguagem de alto nível e estruturada;
 - Bibliotecas de funções.



Trabalhos correlatos

- **Detecção e rastreamento dos olhos através de suas propriedades fisiológicas, dinâmicas e aparentes(ESSA, FLICKNER E HARO, 2000)**
 - Detecção de fadiga;
 - Tempo real;
 - Numero de piscadas;
 - Câmera infravermelha;
 - Dispositivo *Flash* Infravermelho;
 - Subtração de quadros;
 - Técnicas
 - Limiarização;
 - Analise do Histograma;
 - PCA - *Principal Component Analysis*;
 - Filtro de Kallman.



Trabalhos correlatos

- **Projeto Visage (RESTOM, 2006)**
 - Rosto como interface Homem-Computador;
 - Ponta do nariz;
 - *Click* através dos olhos;
 - *webcam*;
 - Técnicas
 - Transformada de Hough;
 - Análise do Histograma;
 - SSR Filter;
 - Reconhecimento com SVM;
- **Ferramenta para detecção de fadiga em motoristas baseada na monitoração dos olhos (DATTINGER, 2009)**
 - Detecção de fadiga;
 - Baseado no Visage (RESTOM, 2006);
 - Detecção de olhos fechados;



Desenvolvimento da ferramenta



UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU

Principais requisitos

- Captar o vídeo do usuário utilizando uma webcam (RF);
- Adaptar webcam a ser sensível ao espectro infravermelho (RF);
- Desenvolver o dispositivo flash (RF);
- Identificar a pupila (RF);
- Verificar se o usuário realizou o click simples ao piscar uma vez (RF);
- Disponibilizar uma interface para permitir o acompanhamento do processo de reconhecimento e movimentação do olho (RF);
- Implementar a ferramenta utilizando a tecnologia Java (RNF);



Principais requisitos

- Utilizar a biblioteca gráfica ImageJ (IMAGEJ, 2010) (RNF);
- Utilizar a biblioteca de aprendizagem de máquina LibSVM (LIBSVM, 2010) (RNF);
- Utilizar a porta de comunicação USB para comunicação com o dispositivo flash e a biblioteca de comunicação RXTX (RXTX, 2010) (RNF);
- Utilizar ambiente de programação Eclipse (RNF).



Diagrama de casos de uso

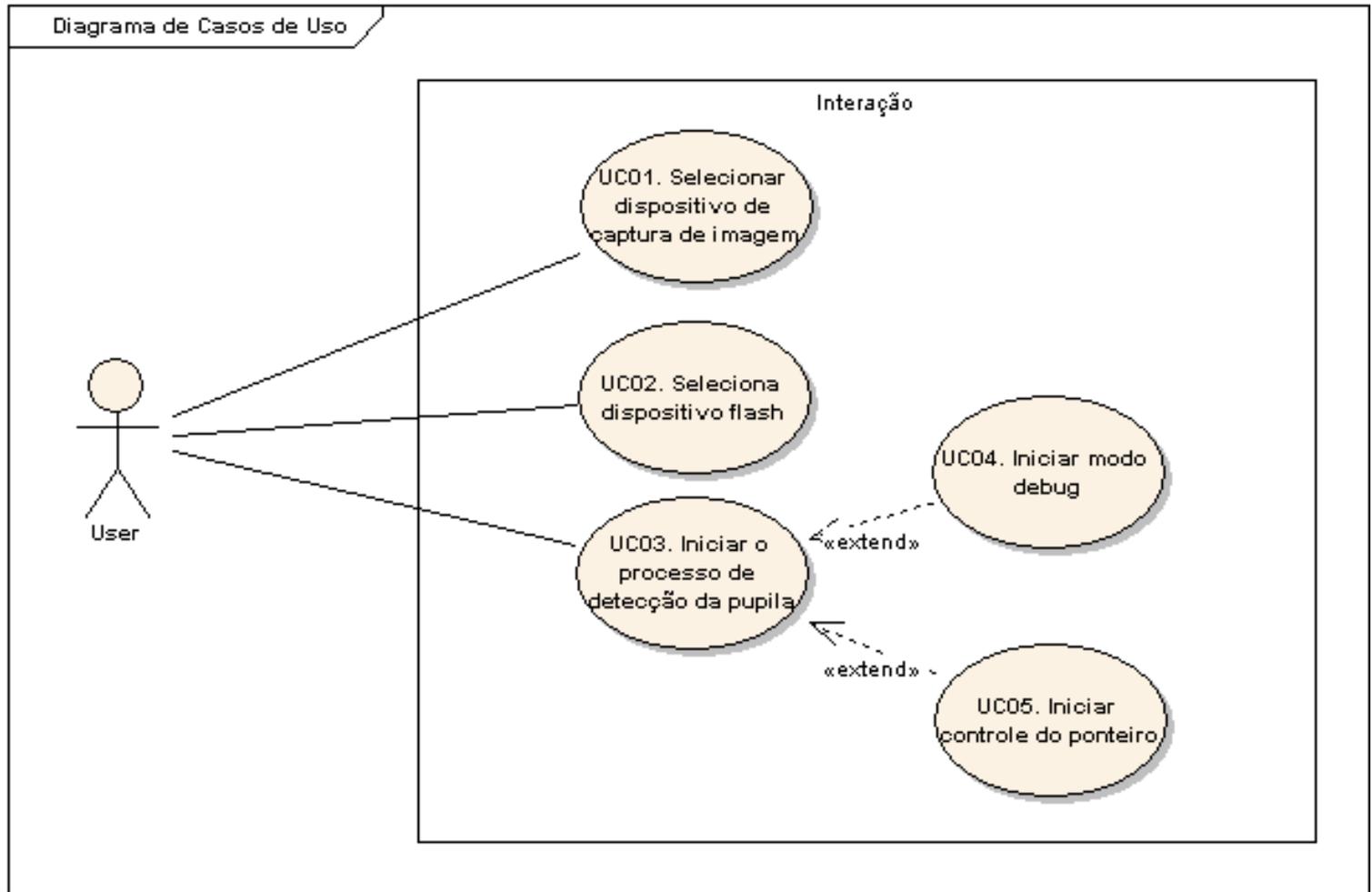


Diagrama de seqüência

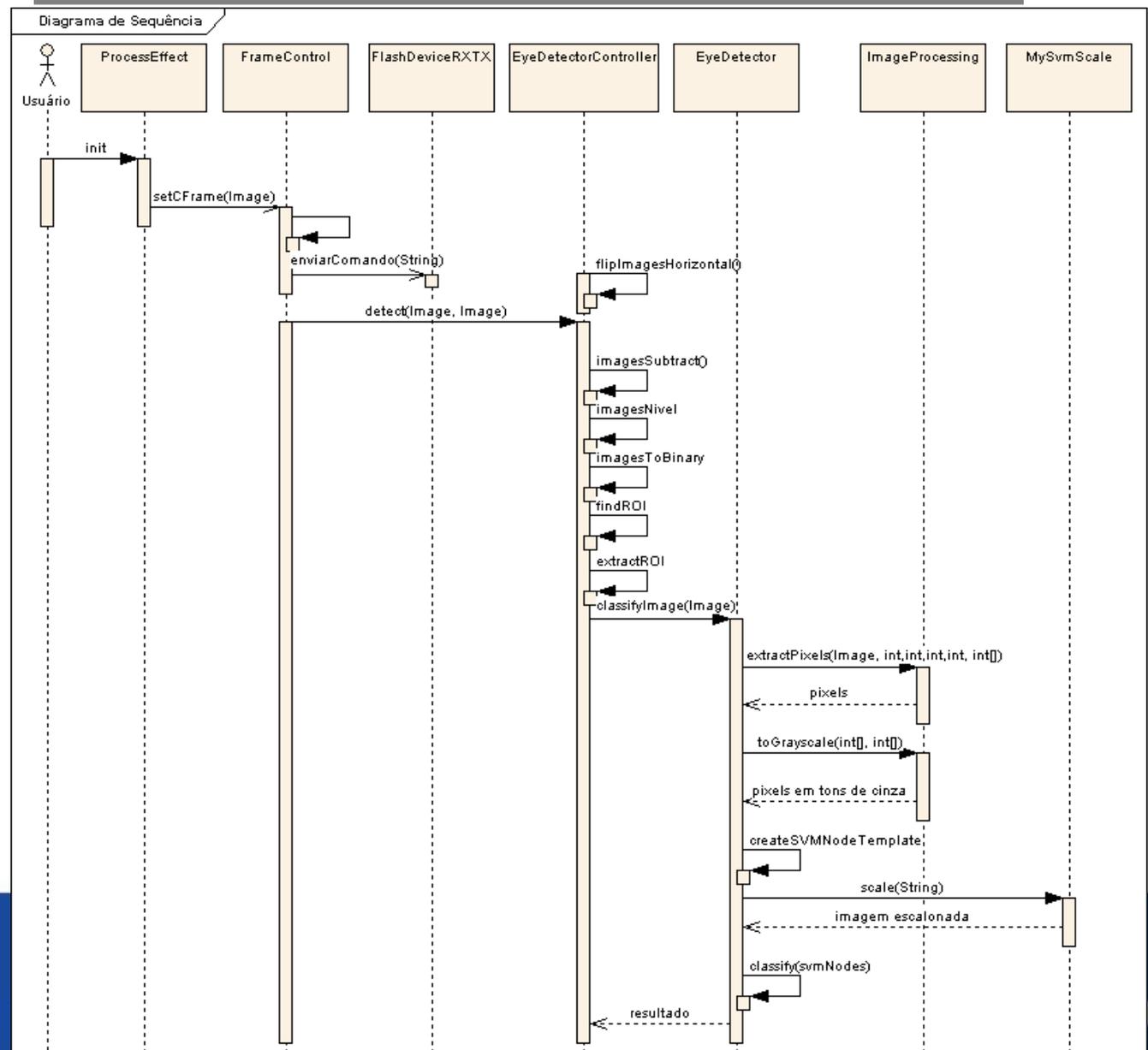


Diagrama de Classes

- Pacote control

class control

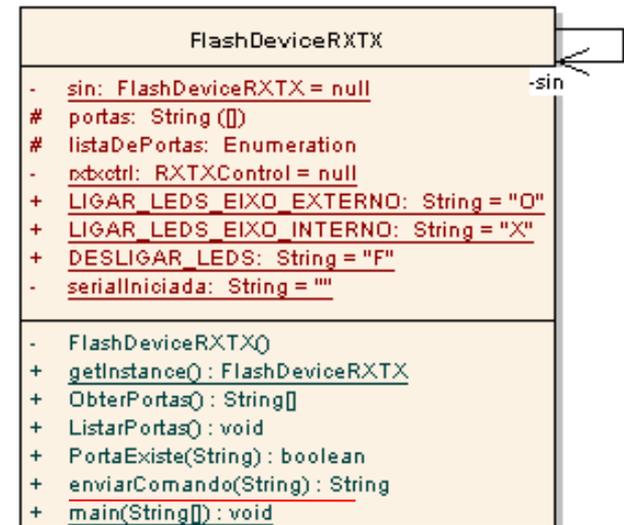
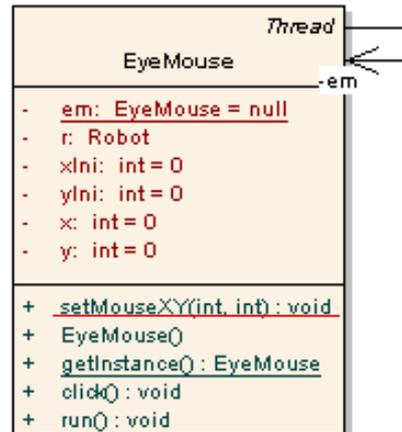
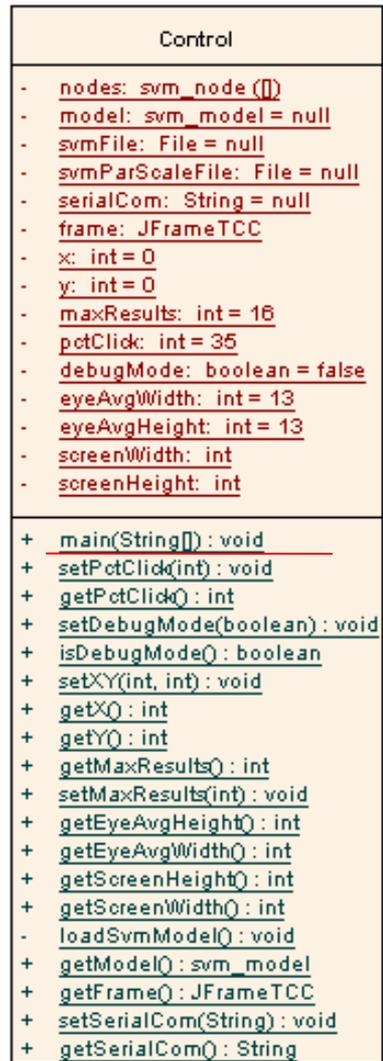


Diagrama de Classes

- Pacote eye

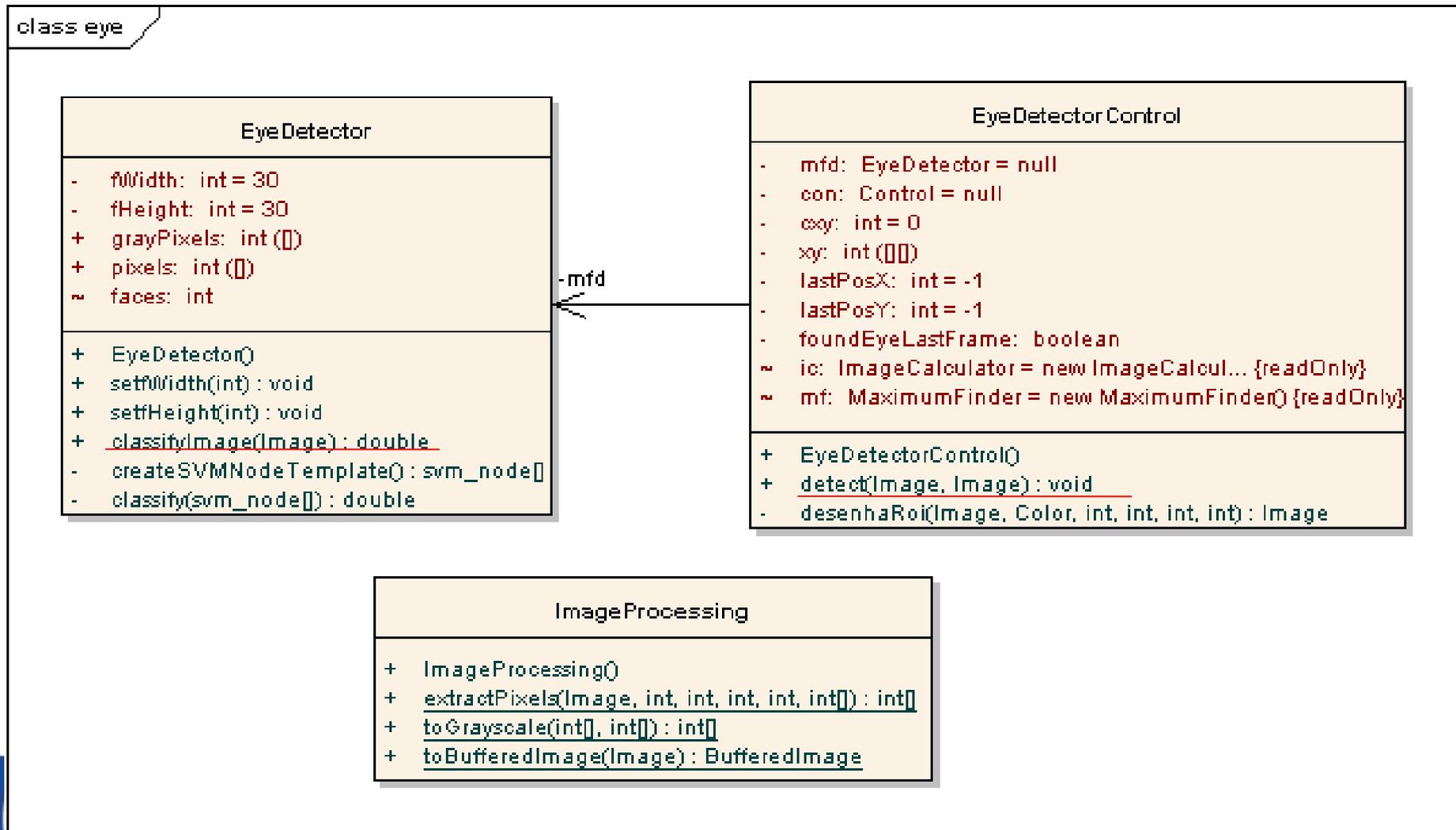
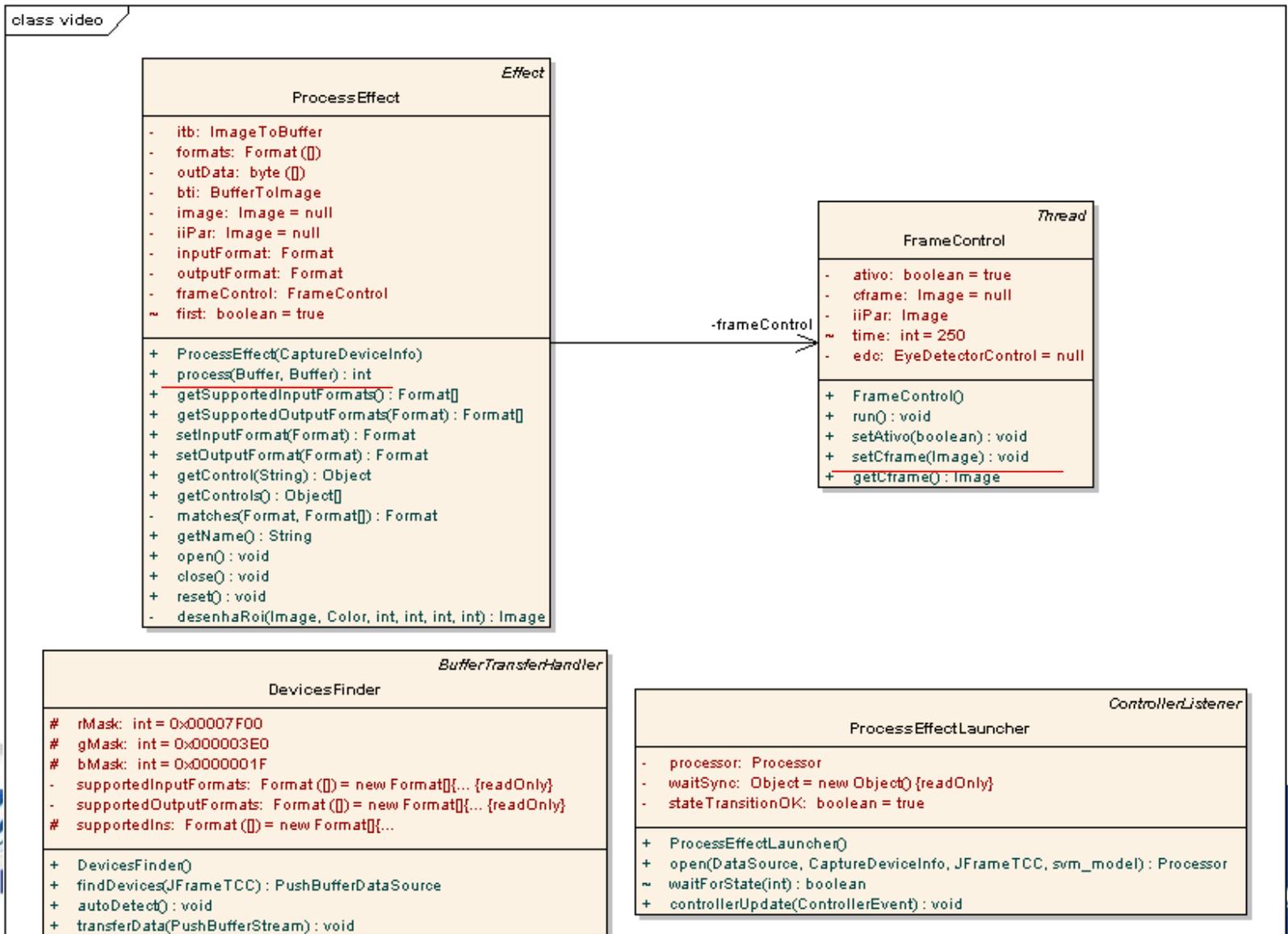


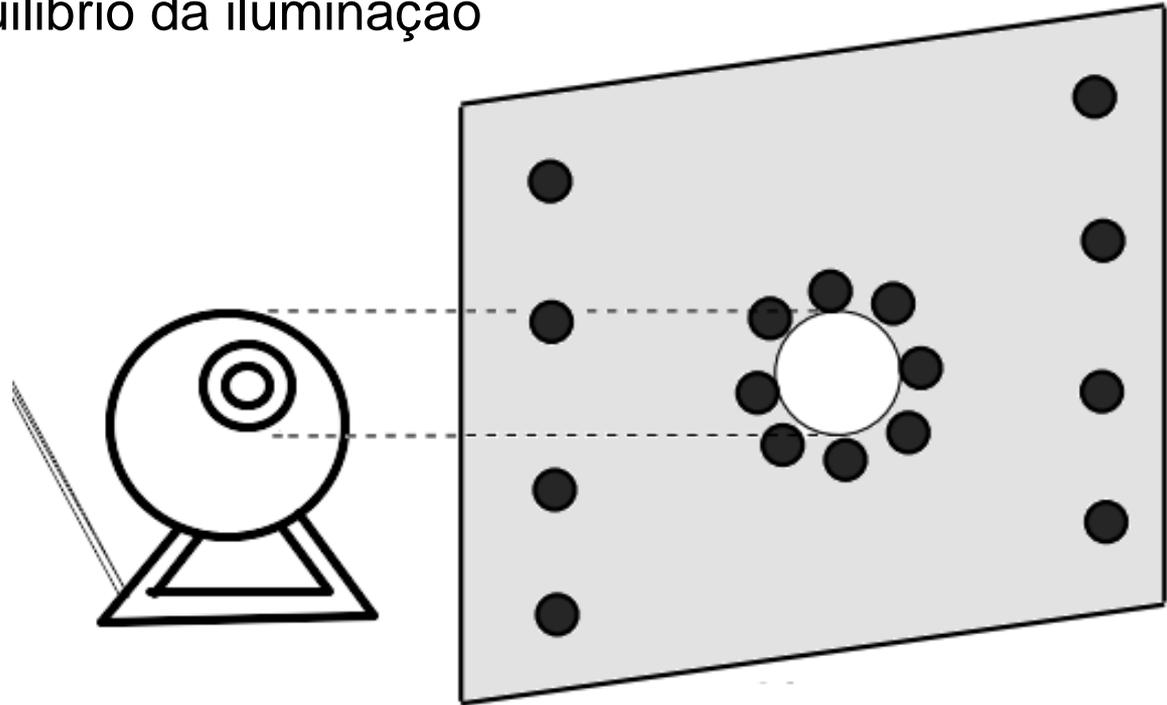
Diagrama de Classes

- Pacote video



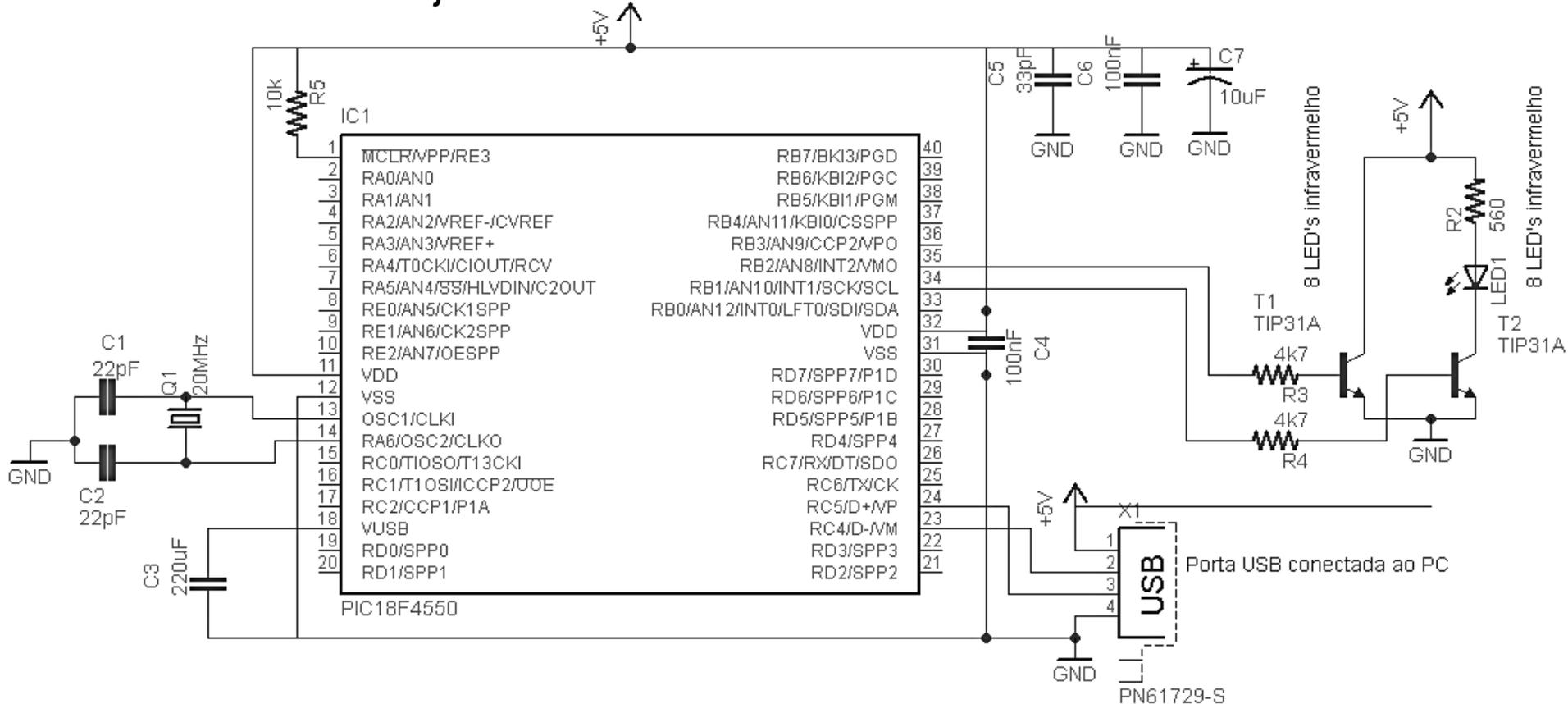
Implementação

- Sistema *flash*
 - 16 LEDs infravermelhos;
 - Eixo óptico da câmera;
 - Equilíbrio da iluminação



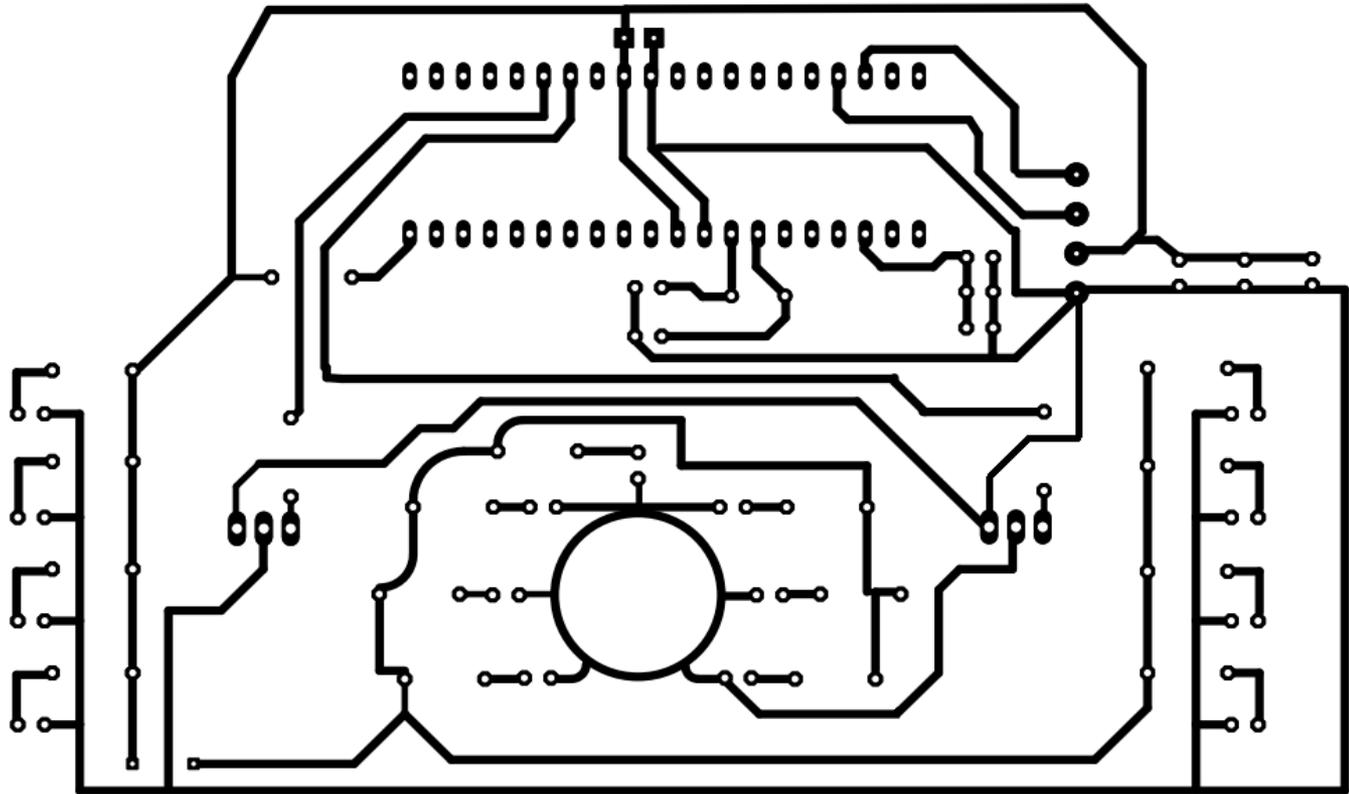
Implementação

- Dispositivo *flash*
 - Projeto do circuito.



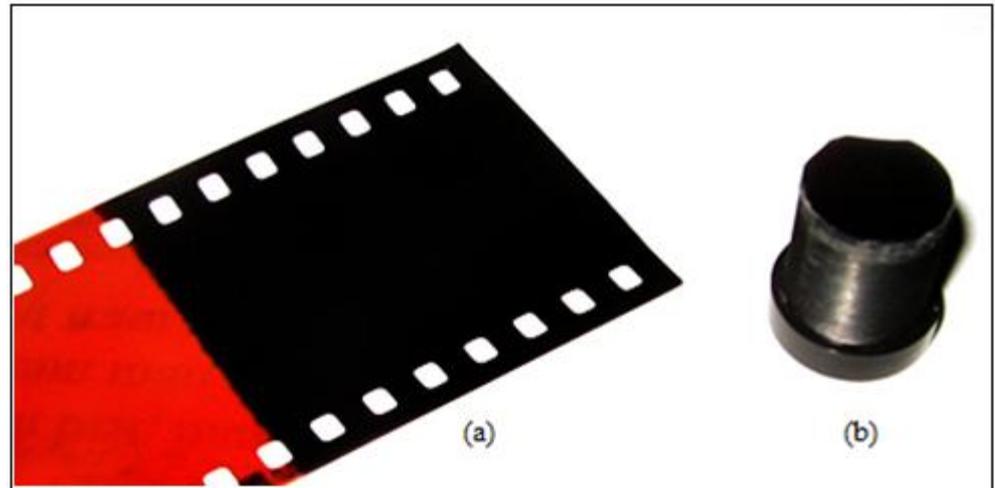
Implementação

- Dispositivo *flash*
 - Circuito elétrico.



Implementação

- Adaptação da *webcam*
 - Sensores CCD são sensíveis a luz visível e infravermelha;
 - Remoção do filtro anti-infravermelho;
 - Inclusão do filtro pró-infravermelho.



Implementação

- Processamento de imagens
 - Subtração de quadros;
 - Image Calculator – IMAGEJ;

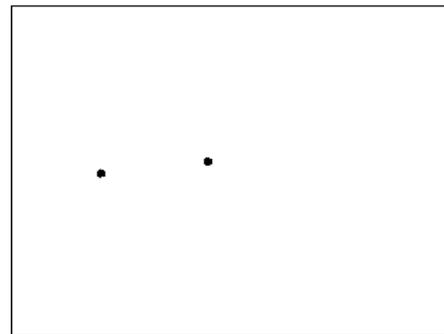


(a)

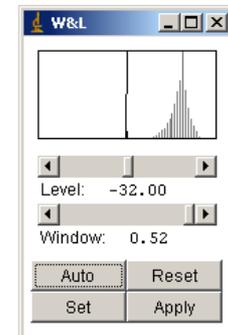
(b)

(c)

- Nivelamento;
- Binarização;
- ROI – Find Maxima;



(a)

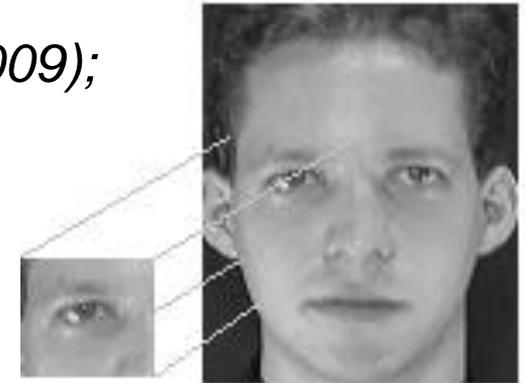


(b)



Implementação

- Reconhecimento de padrões
 - LibSVM;
 - *Database of Faces (CAMBRIDGE, 2009)*;
 - Extração da região dos olhos;



- Padrão de entrada da LibSVM

```
-1 1:0.4196078431372549 2:0.4352941176470588... 900:0.5176470588235295  
-1 1:0.5607843137254902 2:0.5529411764705883... 900:0.6705882352941176  
...  
1 1:0.4549019607843137 2:0.4196078431372549... 900:0.7764705882352941  
1 1:0.1529411764705882 2:0.1764705882352941... 900:0.7568627450980392  
...
```



Implementação

- Reconhecimento de padrões
 - Classificação da imagem de entrada.

```
public double classifyImage(Image eyeImg) {
    pixels = new int[fWidth * fHeight];
    grayPixels = new int[fWidth * fHeight];
    // transfere os pixels para uma array unidimensional
    pixels = ImageProcessing.extractPixels(eyeImg, 0, 0, fWidth, fHeight, pixels);
    // faz a conversão para grayscale e transfere os pixels para uma array unidimensional
    grayPixels = ImageProcessing.toGrayscale(pixels, grayPixels);
    // Carrega o array template que sera utilizado no processo de classificação
    svm_node[] template = createSVMNodeTemplate();
    // Prepara entrada para o algoritmo que escala os dados
    String toScale = "0 ";
    for (int i = 0; i < 900; i++)
        toScale += ((i + 1) + ":" + template[i].value + " ");

    svm_node[] templateScaled = null;
    try {
        templateScaled = MySvmScale.scale(toScale);
    } catch (IOException e) {...}
    // Realiza o processo de classificação
    double result = classify(templateScaled);
    return result;}

```



Resultados e discussão

- Taxa de acerto se mostrou muito favorável;
- Escalonamento;
- Velocidade comunicação com dispositivo flash;
- Velocidade de acionamento dos LEDs;
- Posicionamento do usuário



Condições adequadas

- Fonte de luz posicionada superior, a frente ou traseira;
- Ângulo máximo de 30 graus;
- Mínimo de 20 frames por segundo;
- Distância do dispositivo ente 40 e 90 cm;
- Atenção para reflexo na utilização de óculos;



Conclusão

- Possibilitou desenvolver uma ferramenta capaz de monitorar a região dos olhos;
- Tempo de resposta viável, com exceção aos LEDs;
- Ferramenta eficaz quando as condições mínimas de operação são atendidas;
- Mais testes necessários para o aprimoramento;
- Objetivos em geral foram alcançados.



Extensões

- Melhora no desempenho no algoritmo `svm-scale`;
- Utilização de LED de altíssima velocidade;
- Melhora na precisão do movimento e na acurácia da detecção do *click*;
- Utilização do Filtro de Kalman;



Obrigado!

“Se quiser derrubar uma árvore na metade do tempo, passe o dobro do tempo amolando o machado.”

Provérbio Chinês



UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU