

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

Segmentação por Superpixel para Análise de Larvas Necrofágicas

Glaucia Raquel Assis de Oliveira

Campo Grande - MS
2015

Glaucia Raquel Assis de Oliveira

Segmentação por Superpixel para Análise de Larvas Necrofágicas

Pré-projeto apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia de Computação da Universidade Católica Dom Bosco como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharelado em Engenharia de Computação.

Orientador: Prof. Dr. Hemerson Pistori

Coorientadora: Ariadne Barbosa Gonçalves

UCDB – Campo Grande-MS

2015

Resumo

Este projeto visa a criação de um software com a finalidade de auxiliar peritos criminais, facilitando a investigação de crimes quando ocorre o caso de ser encontrado um corpo de um ser humano em óbito e não se sabe a origem e a quanto tempo o corpo foi abandonado. A entrada desse software serão imagens de larvas necrofágicas vistas sob um microscópio, serão analisadas as características e feita a identificação dessas larvas utilizando técnicas de visão computacional, afim de que os peritos sejam capazes de estimar o intervalo pós morte e a origem desse corpo.

1. Antecedentes e Justificativa

Este projeto envolve visão computacional, perícia criminal e entomologia forense. Através de visão computacional pretende-se criar um programa capaz de extrair informações relevantes contidas em imagens de larvas para a identificação automática das espécies. O objetivo da pesquisa é criar um software que auxilie na determinação do intervalo post-mortem (IPM) através da identificação automatizada da fauna do cadáver. A coleta dos estágios das larvas necrofágicas em conjunto com a digitalização das espécies, tornará possível a criação de um software capaz de identificar: a espécie, a origem e o estágio que a larva se encontra, para posteriormente auxiliar o perito em sua análise sobre o crime. Já foram iniciados estudos sobre as larvas necrófagas seus tipos e suas respectivas localizações, analisado o que diferencia uma das outras, já foi dado inicio ao banco de imagens, inicialmente com dois gêneros de larvas (*Lucila* e *Chrysomya*) e já foram coletados alguns requisitos para a construção do software. É esperado que esse software permita aos peritos criminais identificar com mais rapidez e facilidade os estágios e espécies necrófagas, já que manualmente é uma tarefa demorada, desejamos minimizar o tempo que o perito gasta para realizar esta atividade. Como resultado espera-se um software seguro quanto ao acesso e de fácil manipulação.

2. Objetivos

2.1 Geral

O principal objetivo é criar um software seguro e de fácil manuseio, para identificação da espécie, do estágio de desenvolvimento e da origem geográfica de larvas necrofágicas.

2.2 Específicos

Para atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Aprofundamento e atualização da revisão de literatura
- Construção de um banco de imagens das larvas necrófagas
- Desenvolvimento do software
- Validação dos resultados.
- Registro e divulgação dos resultados

3. Revisão de literatura.

3.1 Entomologia Forense

A entomologia forense é a aplicação do estudo da biologia de insetos e outros artrópodes em processos criminais, ela é dividida em três categorias distintas, são elas: urbana, produtos estocado e médico-legal [1]. A categoria urbana diz respeito à presença de insetos em construções, jardins, imóveis ou em outros bens estruturais pertencentes ao homem, desde que haja dano ou perda do material. A categoria produtos estocados é aplicada quando há infestação de insetos em depósitos, armazéns ou embalagens que envolvam produtos alimentícios, até mesmo dentro do alimento ou em partes do mesmo, já a categoria médico-legal estuda evidências em eventos como assassinato, suicídio, estupro e abuso físico quase sempre é relacionada a mortes violentas, onde há presença de insetos em cadáveres ou alguma relação entre um corpo e a fauna necrófaga, e é nessa categoria que se insere este projeto [1].

Ao longo de um pouco mais de cem anos a entomologia forense evoluiu com base em observações de autores de diferentes países, o que contribuiu para a abordagem atualmente empregada. Há vários relatos da aplicação e experimentação da entomologia forense e nos últimos trinta anos ela tem sido muito explorada como uma fonte de evidências em investigações criminais, sendo até comumente associada com investigações de morte [2].

Através da entomologia forense, além da descoberta do PMI, que é o tempo decorrido desde o óbito até a descoberta do corpo e que é tarefa mais frequente, é possível também determinar a distribuição geográfica de certas espécies de larvas, afim de analisar as circunstâncias e a veracidade sobre o local onde ocorreu o óbito de acordo com a fauna encontrada no cadáver e o estágio de desenvolvimento desta [3].

Os estudos partiram do princípio de que insetos visitavam fases específicas do processo de putrefação (processo de decomposição que sofrem os corpos orgânicos depois de mortos), além disso a maioria dos insetos exibem um certo grau de endemismo, ou seja, só existem em determinados locais, ou são ativos somente

em uma dada estação ou etapa do dia [4]. Portanto, a presença de larvas necrofágicas juntamente associada a outras evidências podem desvendar o tempo e o local onde o incidente pode ter ocorrido.

3.2 Visão computacional

Visão computacional é a tecnologia das máquinas “que enxergam”, ela desenvolve teoria e tecnologia para a construção de sistemas que obtêm informações de quaisquer dados multidimensionais, também podemos dizer que ela é o conjunto de métodos e técnicas voltados à extração automática de informações úteis contidas em imagens [5].

O problema central é extrair a partir de imagens um conjunto de informações ou de equações matemáticas que possam ser utilizadas diretamente ou quase diretamente em uma tomada de decisão [6]. Visão computacional busca reproduzir a capacidade do ser humano usando técnicas computacionais e é dedicada à busca de algoritmos para melhor representar uma imagem, busca igualar a visão e a capacidade de interpretação humana a partir de dispositivos de captura de imagens [6]. Já existem algoritmos que melhoram a imagem captada, que são capazes de diminuir ruídos, detecção de bordas entre outros e após a imagem ter sido melhorada é preciso segmentar a mesma, tarefa que é considerada uma das mais importantes e que será explicada na Seção 3.2.1.

Este projeto busca tornar viável a implementação de técnicas de visão computacional que permitam a interpretação das imagens das larvas através de atributos como cor e forma. Pretende-se criar um sistema automatizado para classificar as larvas, determinar seu estágio e sua localização geográfica e o diagnóstico pode ocorrer sem a necessidade do usuário conhecer o caminho que levou a identificação, com isso o tempo é otimizado, pois, espera-se que o sistema realize com mais rapidez e precisão a identificação do que se o usuário identificasse manualmente.

3.2.1 Segmentação de imagens

A segmentação de imagens é a operação que permite a extração de subconjuntos de pixels com propriedades semelhantes a partir de uma imagem [12]. O ser humano é capaz de identificar regiões distintas que possuem as mesmas características ou objetos presentes em uma imagem facilmente, mas, para o computador realizar essa tarefa devem ser implementados algoritmos para analisar as características de cada pixel [7] [8].

A segmentação de imagens é considerada um trabalho fundamental no campo da visão computacional, pois, se a imagem for segmentada incorretamente as partes de reconhecimento das imagens estarão comprometidas [9]. O objetivo da segmentação é facilitar a análise de uma imagem simplificando ou mudando a representação da mesma, de forma que divida essa imagem em múltiplas regiões (conjunto de pixels) ou objetos, na segmentação a interação do usuário é mínima ou até mesmo nula [8].

Antes de ser feita a segmentação da imagem geralmente é feito um pré-processamento, ou seja, trabalhar o ruído, contraste, brilho, nitidez entre outros, a fim de aumentar a qualidade das imagens e posteriormente ser possível realizar a segmentação que visa separar os pontos de interesse e pode também utilizar extração de características, tendo como objetivo reduzir ao máximo as informações desnecessárias da imagem para as próximas etapas [9].

3.2.2 Segmentação em Superpixels

Superpixels são conjuntos de pixels de características semelhantes. A utilização dos superpixels é uma técnica de segmentação de imagens, utilizada em imagens muito grandes e complexas, em que a segmentação seria muito mais trabalhosa se fosse feita de pixel a pixel [10].

Um grafo $G=(V,A)$ é um conjunto não vazio, cujos elementos são chamados de vértices e arestas, e cada vértice desse grafo representa um nó [11]. Esses métodos de segmentação através de grafos geralmente criam um grafo G onde cada

nó representa um pixel na imagem de entrada e os pesos das arestas são computados de acordo com uma função de similaridade [12].

Na segmentação através de grafos é possível modelar cada superpixel como um nó do grafo, ao invés de cada pixel ser um nó, assim, diminui-se drasticamente a quantidade de nós e o tempo de execução do algoritmo também diminui [12].

Para ter uma boa segmentação da imagem é necessário formar um bom agrupamento de pixels, sendo possível identificar uma mesma região em partes diferentes da imagem [13]. Se o número de superpixels não forem muito alto, forem em média de 25 a 2500, eles podem causar um aumento substancial em relação a velocidade de processamento da imagem [13].

A utilização de superpixels requer um maior esforço computacional na etapa de pré-processamento para construção das unidades, pois, há o risco de perder dados relativos a bordas da imagem colocando-as dentro de um superpixel [8]. Portanto é importante escolher corretamente os algoritmos que serão utilizados e seus parâmetros.

A forma mais comum de agrupar regiões similares em superpixels foi introduzida por Malik, utiliza-se o algoritmo Normalized Cut, esse algoritmo utiliza as características da imagem de forma interligada obtendo um grafo ponderado, ele é aplicado para obter o mapa dos superpixels e para isso particiona a imagem em regiões disjuntas com coerência dos atributos contorno e textura e a aplicação mais popular para esse algoritmo é a adaptação denominada N-Cuts [14].

4. Metodologia

Para cada um dos objetivos específicos listados na Seção 2.2, serão apresentados a seguir os aspectos metodológicos que nortearão a execução desta proposta.

4.1. Aprofundamento e atualização da revisão de literatura

Através de consultas aos principais portais de periódicos mundiais, como IEEE Xplore, ACM DL, Science Direct e Scopus, serão identificados artigos com trabalhos correlatos nas áreas de visão computacional, perícia criminal e

entomologia forense. Estes artigos serão revisados para complementar o texto apresentado neste plano de trabalho.

4.2. Construção de um banco de imagens de larvas

Para ajustar os parâmetros do módulo que será desenvolvido e também para testar seu desempenho, conforme será descrito na seção 4.4., um banco de imagens será construído. O banco conterà 20 espécies de larvas com 40 imagens de cada espécie. As imagens serão capturadas utilizando um microscópio digital Zeiss Axioimager com lentes de aumento de 5X que faz a captura das imagens da lâmina microscópica e através do microscópio as imagens das larvas serão transferidas para um laptop onde estará instalado o software de identificação e que fará o pré-processamento da imagem. Com apoio de especialistas, cada imagem será anotada, constituindo assim um conjunto de referência para análise de desempenho. Para facilitar o acesso posterior às imagens pelo usuário, as mesmas serão inseridas no software, através do qual poderão ser revisadas e corrigidas. O banco também será disponibilizado através do website do projeto. Exemplos de imagens das larvas que serão utilizadas neste trabalho podem ser vistas na Figura 1.

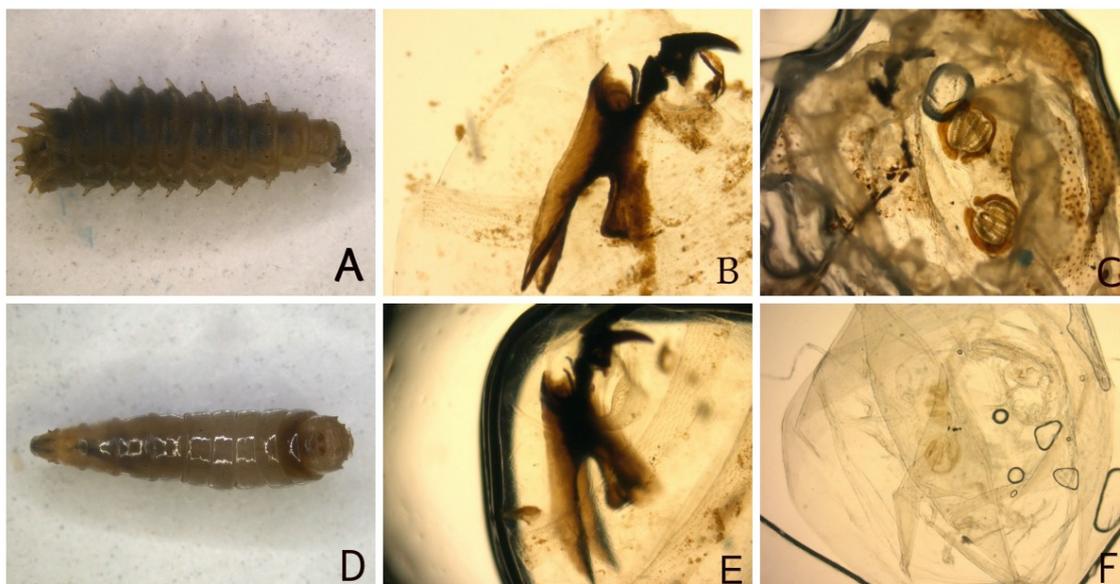


Figura 1: Corpo (A), crânio (B) e espiráculo (C) das larvas do gênero *Cochliomyia* sp. e corpo (D), crânio (E) e espiráculo (F) das larvas do gênero *Lucilia* sp.

4.4. Desenvolvimento do software

O software será desenvolvido em linguagem JAVA. Serão seguidas as regras definidas pelo grupo de pesquisa e desenvolvimento INOVISAO disponíveis no site do grupo¹. A metodologia de desenvolvimento de software do INOVISAO tem como base o SCRUM (SIMS; JOHNSON, 2011) com todo o material produzido sob controle de versões e utilizando a ferramenta GitLab². O padrão de documentação de código é baseado no JavaDoc.

4.5. Validação do software

O software será treinado para reconhecer os tipos de larvas que estarão disponíveis no banco de imagens. Para validar o desempenho no reconhecimento serão selecionadas imagens de diversos ângulos e realizados testes com o

¹ O site do INOVISAO está em www.gpec.ucdb.br/inovisao e as instruções para desenvolvedores pode ser acessada através do link “trac”, neste mesmo site, ou diretamente em trac.gpec.ucdb.br.

² O software de controle de versões GitLab é apresentado em <http://git.inovisao.ucdb.br/>.

programa em relação ao desempenho humano, serão convidados três peritos criminais para realizar o teste que consiste em avaliar o tempo e os acertos comparando a identificação dos peritos com a identificação realizada pelo software, a validação será feita tendo como referência o tempo gasto para identificação e a porcentagem de erros. Serão aplicados testes de hipótese estatísticas para determinação dos melhores conjuntos de parâmetros e técnicas para o problema em questão. Como métricas de desempenho serão utilizadas a Medida-F e a área sob a curva roc.

4.6. Registro e divulgação de resultados

Serão produzidos um relatório parcial, final e no mínimo um artigo científico com resultados finais desta pesquisa. Os textos científicos serão submetidos para um evento ou revista da área a definir.

Em resumo, as seguintes atividades serão realizadas:

- 1.** Aprofundamento e atualização da revisão de literatura
 - 1.** Identificação dos trabalhos relacionados (Visão computacional, Perícia Criminal e Entomologia Forense).
 - 2.** Estudar artigos sobre Superpixels.
 - 3.** *Revisão dos trabalhos coletados*
- 2.** Construção de um banco de imagens das larvas
 - 1.** *Coleta de imagens das larvas.*
 - 2.** *Anotação das imagens coletadas*
 - 3.** *Preparação do banco de dados para armazenamento e recuperação das imagens.*
- 3.** Implementação do módulo de classificação das larvas
 - 1.** *Documentação dos códigos gerados*
 - 2.** *Validação do módulo implementado*
 - 3.** *Preparação do artigo, relatório final e resumo*

6. Referências Bibliográficas

- [1] SILVA, Amanda R. et al. A importância da Entomologia forense nas investigações criminais, VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI), 2012.
- [2] COSTA, Janyra O. Insetos “Peritos” - Entomologia Forense no Brasil, Millennium Editora, Campinas, 2013.
- [3] GRELLA, Diego M. Chave Taxonômica para espécies de dípteros califorídeos do Brasil, Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 2011.
- [4] SANTANA, Camila S. AND BOAS, Daniel S. V. Entomologia forense: insetos auxiliando a lei, Faculdade de ciências Biológicas da Universidade de Santa Cecília, Revista Ceciliana, 2012.
- [5] MILANO, Danilo AND HONORATO, Luciano B. Visão Computacional, Universidade estadual de Campinas – Faculdade de Tecnologia. 2010.
- [6] MARENGONI, Maurício; STRINGHINI Denise. Introdução a visão computacional usando openCV. Rita, vol. XVI, n.1, 2009.
- [7] GONZALEZ, Rafael C. AND WOODS, Richard E. Digital image processing. Addison-Wesley. 3Rd Edition, 1992.
- [8] SARATH, Diogo S. Medição Automática do Efeito de Herbivoria em Folhas de Soja Utilizando Técnicas de Segmentação e Aprendizagem Supervisionada, Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de bacharelado em Engenharia de Computação da Universidade Católica Dom Bosco, Novembro 2014.
- [9] GONÇALVES, Ariadne B. Validação de Métodos Baseados em Visão Computacional para Automação da Identificação e Contagem de Grãos de Pólen, Mestrado em Biotecnologia da Universidade Católica Dom Bosco, 2013.
- [10] VARGAS, John E et al. Superpixel-based interactive classification of very high resolution images, Universidade de Campinas, 2014.
- [11] COSTA, Polyanna P. Teoria de Grafos e suas Aplicações, Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação da Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, 2011.

[12] LINARES, Oscar A. C.. Segmentação de imagens de alta dimensão por meio de algoritmos de detecção de comunidades e super pixels, Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, 2013.

[13] SILVA, Núbia R. Identificação de trajetórias espaço-temporais de movimentos em vídeo. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciência da Computação da Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2010.