

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

HỒ ĐỨC LĨNH

**NGHIÊN CỨU CÁC KỸ THUẬT
NHẬN DẠNG MẪU VÀ ỨNG DỤNG ĐÁNH GIÁ
CHẤT LƯỢNG TRÁI BƯỞI**

Chuyên ngành : Khoa học máy tính

Mã số : 60.48.01

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2012

Công trình được hoàn thành tại

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: **TS. HUỖNH HỮU HÙNG**

Phản biện 1 : **PGS.TS. PHAN HUY KHÁNH**

Phản biện 2 : **TS. TRƯƠNG CÔNG TUẤN**

Luận văn được bảo vệ tại Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 15 tháng 12 năm 2012

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng;
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng;

MỞ ĐẦU

1. LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI

Nhằm giảm thiểu số lượng trường hợp ngộ độc thực phẩm ngày càng tăng trên thế giới và trong nước do ăn phải những quả trái cây kém chất lượng; để tạo ra những sản phẩm chất lượng cao, an toàn, tiến tới sự ổn định về chất lượng; nhằm tăng cường khả năng cạnh tranh của trái cây Việt Nam, đặc biệt là các loại trái bưởi có giá trị kinh tế cao như Bưởi Năm roi, Bưởi Da Xanh, .v.v. trên thị trường khu vực và thế giới. An toàn thực phẩm theo hướng GAP là vấn đề sống còn của rau quả Việt Nam.

Đề tài tiếp cận ở khâu cuối cùng của tiêu chuẩn GAP nhằm kiểm soát và đánh giá chất lượng trái Bưởi trước khi đưa vào đóng gói và xuất khẩu ra thị trường: Rau quả được thu hoạch đúng độ chín, loại bỏ các quả bị héo, bị sâu, dị dạng .v.v. Hiện nay, ở nước ta những công việc này hầu hết được thực hiện thủ công. Đề tài sẽ tập trung nghiên cứu các kỹ thuật xử lý ảnh số và nhận dạng mẫu để giải quyết bài toán này.

Việc đánh giá chất lượng trái cây đã được thực hiện bởi nhiều nhà nghiên cứu, một số công trình nghiên cứu tiêu biểu và mới nhất được giới thiệu trong mục 1.10 của cuốn luận văn này. Hầu hết họ đều dựa trên các đặc trưng quan trọng của trái cây như: kích thước, hình dáng, màu sắc và kết cấu bề mặt.

2. MỤC TIÊU VÀ NHIỆM VỤ CỦA ĐỀ TÀI

❖ *Mục tiêu của đề tài*

Nhận dạng và đánh giá chất lượng của trái Bưởi bằng các kỹ thuật xử lý ảnh số và nhận dạng mẫu mà không phá vỡ cấu trúc bề

mặt của chúng.

❖ ***Nhiệm vụ của đề tài***

- Nghiên cứu các kỹ thuật xử lý ảnh và các phương pháp nhận dạng trái cây.
- Thu thập, xây dựng cơ sở dữ liệu ảnh trái Bưởi (quả đạt chất lượng tốt và quả có các khuyết tật, dị dạng, ...)
- Nghiên cứu các phương pháp tiếp cận và kỹ thuật đánh giá chất lượng trái cây, kiểm tra bề mặt trái cây.

3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

❖ ***Đối tượng nghiên cứu:*** Một số loại Bưởi xuất khẩu của Việt Nam.

❖ ***Phạm vi nghiên cứu***

- Nghiên cứu các kỹ thuật xử lý ảnh và nhận dạng trái Bưởi.
- Nghiên cứu các phương pháp phát hiện khuyết điểm trên bề mặt trái Bưởi để tiến tới đánh giá chất lượng trái trái Bưởi.

4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

❖ ***Phương pháp tài liệu***

- Tìm hiểu các kỹ thuật xử lý ảnh số; Tìm hiểu các kỹ thuật nhận dạng đối tượng, nhận dạng mẫu; Tìm hiểu các phương pháp đánh giá chất lượng sản phẩm trái cây.
- Tìm hiểu một số công cụ hỗ trợ lập trình.

❖ Phương pháp thực nghiệm

- Xây dựng cơ sở dữ liệu ảnh huấn luyện (thu thập ảnh trái Bưởi đạt chuẩn xuất khẩu và ảnh trái Bưởi có khuyết tật).
- Cài đặt chương trình thử nghiệm với một số mẫu dữ liệu và đánh giá kết quả.

5. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN**❖ Ý nghĩa khoa học**

- Nghiên cứu các kỹ thuật xử lý ảnh và nhận dạng mẫu.
- Nghiên cứu một số giải thuật, phương pháp để đánh giá chất lượng trái Bưởi.
- Ứng dụng công nghệ xử lý ảnh số và nhận dạng vào bài toán thực tế.

❖ Ý nghĩa thực tiễn

- Giải quyết bài toán: Kiểm tra, tuyển chọn và đánh giá chất lượng trái Bưởi tại Việt Nam.
- Ứng dụng các kỹ thuật xử lý ảnh và nhận dạng mẫu, đối tượng để ứng dụng vào lĩnh vực phân loại và tuyển chọn chất lượng thực phẩm cho kết quả tốt, giá thành thấp và nhanh chóng.
- Đề tài cũng mong muốn trở thành một chủ đề mới để các nhà nghiên cứu khác có thể tiếp tục nghiên cứu sang các

lĩnh vực liên quan khác, như đánh giá chất lượng rau sạch, hải sản, v.v.

6. BỐ CỤC LUẬN VĂN

Nội dung của luận văn được trình bày bao gồm các phần chính như sau:

Mở đầu

Chương 1: Nghiên cứu tổng quan về xử lý ảnh số và nhận dạng

Chương 2: Trích lọc đặc trưng và nhận dạng

Chương 3: Kết quả nhận dạng và phát hiện khuyết điểm

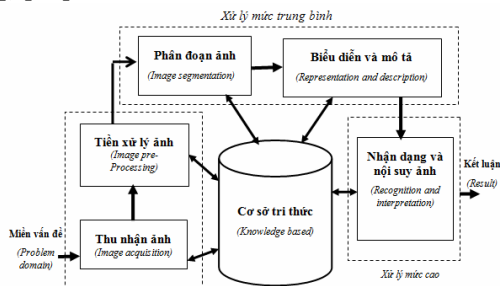
Kết luận và hướng phát triển.

CHƯƠNG 1. NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ XỬ LÝ ẢNH SỐ VÀ NHẬN DẠNG

1.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ XỬ LÝ ẢNH SỐ VÀ ỨNG DỤNG

1.2. TỔNG QUAN VỀ XỬ LÝ ẢNH SỐ

Các bước chính trong xử lý ảnh số được thể hiện ở hình dưới đây [1], [14], [16], [19].



Hình 1.1: Các bước chính trong xử lý ảnh số.

1.3. XỬ LÝ MỨC THẤP

1.3.1. Thu nhận ảnh

1.3.2. Tiền xử lý ảnh

1.3.2.1. Khử nhiễu

1.3.2.2. Bộ lọc trong miền không gian

1.3.2.3. Bộ lọc trong miền tần số

1.4. XỬ LÝ MỨC TRUNG

1.4.1. Phân đoạn ảnh

Phân đoạn ảnh có thể thực hiện bởi ba kỹ thuật cơ bản: phân đoạn ảnh dựa trên ngưỡng, dựa trên biên và dựa trên vùng [1], [14], [19], [20].

1.4.1.1. Phân đoạn ảnh dựa trên ngưỡng

1.4.1.2. Phân đoạn ảnh dựa trên biên

1.4.1.3. Phân đoạn ảnh dựa trên vùng

1.4.2. Biểu diễn và mô tả ảnh

1.4.2.1. Biểu diễn ảnh

1.4.2.2. Mô tả ảnh

1.5. XỬ LÝ MỨC CAO

Xử lý mức cao trong xử lý ảnh bao gồm: Nhận dạng ảnh và nội suy ảnh.

1.6. CƠ SỞ TRI THỨC

1.7. CÁC KHÔNG GIAN MÀU VÀ ẢNH MÀU

1.7.1. Màu trong xử lý ảnh số

1.7.2. Không gian màu RGB

1.7.3. Không gian màu HSV

Không gian màu HSV còn được gọi là không gian màu HSB. Các giá trị sắc độ, độ bão hòa và giá trị độ sáng được sử dụng làm các trục tọa độ.

1.7.4. Không gian màu của CIE

1.7.4.1. Không gian màu CIE XYZ

Không gian màu XYZ do CIE đề xuất với ba màu cơ bản X, Y, Z. Hệ tọa độ không gian màu XYZ được chọn làm sao cho các vector màu thực (nằm trong quang phổ) đều đi qua tam giác màu đơn vị XYZ.

1.7.4.2. Không gian màu CIE $L^*a^*b^*$

Không gian màu $L^*a^*b^*$ được CIE đề xuất vào năm 1976. Các miền giá trị của không gian màu này là thành phần độ sáng L^* có giá trị từ đen (-L) đến trắng (+L) và hai thành phần màu sắc a^* , b^* mô tả sắc độ và độ bão hòa có giá trị lần lượt trên các trục từ màu xanh lá cây (-a) đến màu đỏ (+a) và từ màu xanh dương (-b) đến màu vàng (+b) [16].

1.8. XỬ LÝ HÌNH THÁI HỌC TRÊN ẢNH

1.8.1. Khái niệm cơ bản

Phần tử cấu trúc (Structuring element): Đôi khi được gọi là một nhân (Kernel). Có hai loại phần tử cấu trúc: phần tử cấu trúc phẳng

và phần tử cấu trúc không phẳng. Mỗi loại phần tử cấu trúc đều có hình dáng khác nhau.

Phần lớn các phép toán hình thái học được định nghĩa từ hai phép toán cơ bản là phép toán co ảnh (Erosion) và giãn ảnh (Dilation).

1.8.2. Phép co và giãn ảnh

1.8.2.1. Phép co ảnh

Phép toán co ảnh của ảnh xám I với cấu trúc phần tử không phẳng H tại vị trí (x, y) của ảnh I được xác định như sau:

$$(I \ominus H)(x, y) = \min(I(x+i, y+j) - H(i, j) \mid (i, j) \in DH) \quad (1.12)$$

1.8.2.2. Phép giãn ảnh

Phép toán giãn ảnh của ảnh xám I với cấu trúc phần tử không phẳng H tại vị trí (x, y) của ảnh I được xác định như sau:

$$(I \oplus H)(x, y) = \max(I(x+i, y+j) + H(i, j) \mid (i, j) \in D_H) \quad (1.13)$$

1.8.3. Phép đóng và mở ảnh

1.8.3.1. Phép mở ảnh

Gọi A là đối tượng trong hình ảnh và B là phần tử cấu trúc, (\circ) là ký hiệu của phép mở ảnh giữa tập hợp A và phần tử cấu trúc B , phép mở ảnh được xác định bởi công thức:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (1.14)$$

1.8.3.2. Phép đóng ảnh

Với tập hợp A là đối tượng trong ảnh, B là phần tử cấu trúc. (\bullet) là ký hiệu phép đóng ảnh. Khi đó phép đóng ảnh của tập hợp A bởi Phần tử cấu trúc B , kí hiệu là $(A \bullet B)$, xác định bởi:

$$(A \bullet B) = (A \oplus B) \ominus B \quad (1.15)$$

1.9. BIẾN ĐỔI WAVELET

1.9.1. Biến đổi Wavelet và ứng dụng

1.9.2. Biến đổi Wavelet rời rạc

Trong xử lý ảnh thực phẩm, DWT 2-D thường được sử dụng để nén ảnh đầu vào. Ảnh sau khi nén được đưa vào ma trận GLCM để tính toán các đặc trưng kết cấu trong ảnh phục vụ cho công việc nhận dạng ảnh [6], [22].

1.10. MỘT SỐ CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI VÀ KẾT QUẢ

1.10.1. Nhận dạng trái cây

Angel Dacal-Nieto và các cộng sự [2] đã tiến hành đánh giá chất lượng củ khoai tây dựa trên đặc trưng màu sắc và kết cấu.

Các tác giả ở [3] đã phát triển một thuật toán nhận dạng để phân loại thực phẩm dựa trên đặc trưng hình dáng và kết cấu.

Hetal N. Patel và các cộng sự [5] đã đề xuất phương pháp nhận dạng trái cây ở trên cây (fruit on tree) dựa trên các đặc trưng: Cường độ sáng, màu sắc, biên, và hướng.

Các nhà nghiên cứu [6] đã đề xuất mô hình nhận dạng trái cây dựa trên đặc trưng về màu sắc và kết cấu bề mặt.

1.10.2. Phát hiện khuyết điểm trên bề mặt trái cây

Panli HE [4] đã đề xuất mô hình phát hiện khuyết điểm trên bề mặt trái cây dựa trên biến đổi Fourier và phân lớp khuyết điểm bằng phương pháp SVM.

Deepesh Kumar Srivastava [7] đã đề xuất phương pháp khử chói trong ảnh và phát hiện khuyết điểm trên bề mặt trái cây sử dụng bộ lọc Gabor.

Các tác giả [10] đã đề xuất một phương pháp để phát hiện khuyết điểm trên bề mặt những trái cây thuộc giống cam quýt dựa trên các đặc trưng màu sắc.

Md. Zahangir Alom và Hyo Jong Lee [11] đề xuất phương pháp phân đoạn ảnh Gaussian Mean (GM) để phát hiện bệnh tật trên lá lúa.

CHƯƠNG 2. TRÍCH LỘC ĐẶC TRƯNG VÀ NHẬN DẠNG

2.1. MÔ HÌNH HỆ THỐNG NHẬN DẠNG TRÁI BUỒI

Sau quá trình nghiên cứu và thực nghiệm, tác giả xin đề xuất mô hình nhận dạng trái Bưởi như hình 2.1.

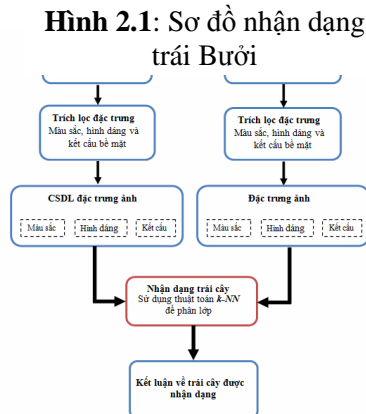
2.2. THU NHẬN ẢNH

Ảnh trái Bưởi được thu nhận thông qua các thiết bị chụp ảnh (máy ảnh Cannon) có độ phân giải cao.

Tác giả đề xuất chụp ảnh trái Bưởi trong tư thế để thẳng đứng và phải chụp ở hai mặt của trái Bưởi (phương nằm ngang vuông góc với trái Bưởi).

2.3. TRÍCH LỘC ĐẶC TRƯNG

Trong lĩnh vực nhận dạng ảnh trái cây có 4 đặc trưng cơ bản đó là: kích thước, màu sắc, hình dáng và kết cấu [1]. Tuy nhiên, đối với trái Bưởi tác giả đề xuất chỉ sử dụng 3 đặc trưng: *Màu sắc, hình dáng và kết cấu* để nhận dạng.



2.3.1. Màu sắc

Để tách được đặc trưng về màu sắc, tác giả chọn không gian màu HSV.

2.3.1.1. Thuật toán chuyển ảnh màu RGB sang ảnh màu HSV

Thuật toán chuyển đổi RGB sang HSV được đưa ra bởi Travis. Các giá trị của S và V nằm trong khoảng 0 (màu đen) và 1 (màu trắng), giá trị của H nằm trong khoảng 0 đến 360° .

2.3.1.1. Thuật toán chuyển ảnh màu HSV sang ảnh màu RGB

2.3.2. Hình dáng

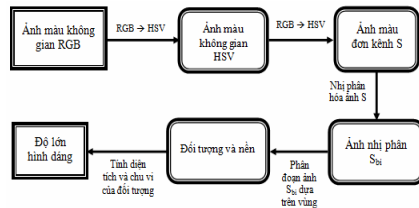
2.3.2.1. Các phương pháp đo lường hình dáng trái cây

Có rất nhiều phương pháp khác nhau để đo lường hình dáng được áp dụng trong lĩnh vực xử lý ảnh trái cây, bao gồm hai loại [1]: đo lường phụ thuộc vào kích thước - SMD và đo lường không phụ thuộc vào kích thước - SIM.

2.3.2.2. Đề xuất phương pháp đo lường hình dáng trái Bưởi.

Đối với trái Bưởi tôi xin đề xuất phương pháp đo lường hình dáng bằng phương pháp SDM sử dụng tham số độ rắn chắc của đối tượng ảnh. Hình 2.3 là sơ đồ đo lường đặc trưng hình dáng của trái Bưởi. Độ lớn của hình dáng trái Bưởi được tính toán dựa trên diện tích và chu vi theo công thức sau [23]:

Hình 2.3: Sơ đồ đo lường đặc trưng hình dáng của trái Bưởi.



$$4\pi \frac{\text{dien_thich}}{(\text{chu_vi})^2} \quad (2.4)$$

2.3.3. Kết cấu bề mặt

Kết cấu của ảnh mô tả các thuộc tính của các yếu tố cấu thành nên bề mặt đối tượng.

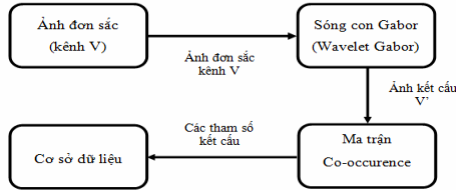
2.3.3.1. Các phương pháp phân tích đặc trưng kết cấu ảnh

Hiện nay, có rất nhiều phương pháp được đề xuất để phân tích và đo lường kết cấu trong ảnh nhưng có thể phân chúng thành 4 loại [25], [26]:

- Phương pháp thống kê – Statistical methods
- Phương pháp cấu trúc – Structural methods
- Phương pháp dựa trên biến đổi – Transform-based methods
- Phương pháp dựa trên mô hình hóa – Model-based methods

2.3.3.2. Đề xuất phương pháp đo lường đặc trưng kết cấu

Tác giả xin đề xuất sơ đồ trích lọc đặc trưng kết cấu như ở hình 2.6.



Hình 2.6: Sơ đồ trích lọc và đo lường đặc trưng kết cấu.

2.3.3.3. Sóng con Gabor

Trong xử lý ảnh, bộ lọc Gabor là một bộ lọc tuyến tính thường được sử dụng để phát hiện biên, phân vùng ảnh, phân tích đặc trưng ảnh, phân lớp ảnh. Tần số và hướng được thể hiện trong các bộ lọc Gabor tương tự như hệ thống thị giác của con người. Hàm sóng con Gabor trong miền không gian có dạng như sau [27]:

$$g_{\lambda,\theta,\phi,\sigma,\gamma}(x, y) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \phi\right) \quad (2.5)$$

Trong đó, $x' = x \cos(\theta) + y \sin(\theta)$, và $y' = -x \sin(\theta) + y \cos(\theta)$.

Bước sóng (λ - lamda) đại diện cho sóng của các tác nhân cosine của hàm Gaussian, hướng (θ - theta) đại diện cho hướng của các đường gạch sọc song song của hàm Gabor tại một góc nào đó (độ), độ lệch pha (φ - phi) theo góc, và tỉ lệ hướng (γ - gamma) là tỷ lệ co giãn trong không gian và nó xác định tính đơn giản của hàm Gabor, và độ lệch chuẩn σ xác định kích thước của hàm Gaussian tuyến tính.

2.3.3.4. Ma trận đồng hiện mức xám Co-occurrence

GLCM của ảnh $f(x,y)$ có kích thước $M \times M$ và có G mức độ xám là một ma trận hai chiều $C(i, j)$. Mỗi phần tử của ma trận thể hiện xác suất xảy ra cùng giá trị cường độ sáng i và j tại một khoảng cách d và một góc θ xác định. Do đó, có thể có nhiều ma trận GLCM khác nhau phụ thuộc vào cặp giá trị d và θ . GLCM được tính toán như sau [1]:

$$C_{d\theta}(i, j) = N \left\langle \left((x_1, y_1), (x_2, y_2) \right) \in M \times M \left| \begin{array}{l} \max(|x_1 - x_2|, |y_1 - y_2|) = d \\ \Theta((x_1, y_1), (x_2, y_2)) = \theta \\ f(x_1, y_1) = i, f(x_2, y_2) = j \end{array} \right. \right\rangle \quad (2.7)$$

Haralick đã đề nghị một tập hợp gồm 14 đặc trưng có thể tính toán được từ ma trận đồng hiện mức xám GLCM có thể được sử dụng để phân lớp kết cấu hình ảnh. Tuy nhiên, trong đề tài này tác giả chỉ chọn lọc 05 đặc trưng phù hợp với bài toán: năng lượng (energy), độ tương phản (contrast), entropy, độ tương đồng (Correlation), tính đồng nhất (homogeneity).

❖ **Đặc trưng năng lượng:** Đặc trưng năng lượng F_1 được tính toán như sau:

$$F_1 = \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^G C(i, j)^2 \quad (2.8)$$

Công thức này đo lường tính đồng nhất cục bộ trong ảnh. Giá trị của F_1 nằm trong khoảng $[0, 1]$. Nếu $F_1 = 1$ thì ảnh có giá trị mức xám đều.

❖ **Độ tương phản:** Độ tương phản F_2 được tính như sau:

$$F_2 = \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^G (i-j)^2 C(i, j) \quad (2.9)$$

Công thức này cho chúng ta biết được số lượng điểm ảnh có mức độ xám biến đổi cục bộ trong ảnh. Giá trị F_2 nằm trong khoảng $[0, (size(GLCM, I)-1)^2]$.

❖ **Độ tương đồng:** Độ tương đồng F_3 được tính như sau:

$$F_3 = \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^G \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)C(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (2.10)$$

Trong đó, μ_i , μ_j và σ_i , σ_j lần lượt là giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của tổng hàng và cột trong ma trận. μ_i , μ_j và σ_i , σ_j được tính như sau:

$$\begin{aligned} \mu_i &= \sum_{i=1}^G i \sum_{j=1}^G C(i, j), \mu_j = \sum_{j=1}^G j \sum_{i=1}^G C(i, j), \\ \sigma_i &= \sum_{i=1}^G (i-\mu_i)^2 \sum_{j=1}^G C(i, j), \sigma_j = \sum_{i=1}^G (j-\mu_j)^2 \sum_{j=1}^G C(i, j) \end{aligned} \quad (2.11)$$

Tham số này phân tích sự phụ thuộc tuyến tính mức độ xám của các điểm ảnh lân cận nhau. Giá trị của F_3 nằm trong khoảng $[-1, 1]$.

❖ **Entropy:** Entropy F_4 được tính toán như sau:

$$F_4 = - \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^G C(i, j) \log C(i, j) \quad (2.12)$$

Entropy đo lường tính ngẫu nhiên của các phần tử của ma trận GLCM. Giá trị của F_4 nằm trong khoảng $[0, 1]$.

❖ **Tính đồng nhất:** Tính đồng nhất F_5 được tính toán như sau:

$$F_5 = \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^G \frac{C(i, j)}{1 + |i - j|} \quad (2.13)$$

Đặc trưng tính đồng nhất đo lường tính khít hoặc tính dày đặc được phân bố trong không gian của ma trận GLCM. Giá trị của F_5 nằm trong khoảng $[0, 1]$.

2.4. PHÂN LỚP TRÁI BUỔI SỬ DỤNG THUẬT TOÁN k – NN

2.4.1. Thuật toán k – NN

k-NN là thuật toán phân lớp các đối tượng dựa trên khoảng cách gần nhất giữa các đối tượng bao gồm đối tượng cần phân lớp và tất cả các đối tượng trong tập huấn luyện.

Giả sử chúng ta có hai vector x_r và x_s , trong không gian hai chiều vector x_r có giá trị là $x_r(x_{r1}, x_{r2})$ và vector x_s có giá trị là $x_s(x_{s1}, x_{s2})$. Khoảng cách giữa hai vector này được tính toán theo công thức như sau:

$$d(x_r, x_s) = |x_r - x_s| = \sqrt{(x_{r1} - x_{s1})^2 + (x_{r2} - x_{s2})^2} \quad (2.14)$$

2.4.2. Thuật toán k – NN và các tham số phân loại trái buổi

Đối với bài toán nhận dạng trái Buổi, các tham số đặc trưng đã trích lọc sẽ được đưa vào làm giá trị đầu vào cho k-NN. Tương ứng với mỗi ảnh đầu vào chúng ta sẽ có một vector chứa 12 tham số:

Tham số màu sắc bao gồm: Giá trị trung của mỗi kênh màu HSV và độ lệch chuẩn của mỗi kênh màu trong không gian màu HSV.

Tham số về hình dáng bao gồm: Độ rắn chắc.

Tham số về kết cấu bề mặt bao gồm: Entropy, độ tương phản, độ tương đồng, năng lượng và tính đồng nhất.

2.5. PHÁT HIỆN KHUYẾT ĐIỂM TRÊN BỀ MẶT TRÁI BUỒI

2.5.1. Mô hình hệ thống kiểm tra và phát hiện khuyết điểm

Qua quá trình nghiên cứu, tác giả xin đề xuất mô hình phát hiện khuyết điểm trên bề mặt trái Bưởi như hình 2.11.

2.5.2. Chuyển không gian màu RGB sang CIE L*a*b* và ngược lại

Để chuyển đổi từ không gian màu RGB sang không gian màu CIE L*a*b* chúng ta thực hiện các bước như sau [17], [28]:

Chuyển từ không gian màu RGB sang không gian màu CIE XYZ và ngược lại.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = M_{RGB}^{-1} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = M_{RGB} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad (2.16)$$

Trong đó:

$$M_{RGB}^{-1} = \begin{pmatrix} 0.412453 & 0.357580 & 0.180423 \\ 0.212671 & 0.715160 & 0.072169 \\ 0.019334 & 0.119193 & 0.950227 \end{pmatrix}, \quad M_{RGB} = \begin{pmatrix} 3.240479 & -1.537150 & -0.498535 \\ -0.969256 & 1.875992 & 0.041556 \\ 0.055648 & -0.204043 & 1.057311 \end{pmatrix}$$

Chuyển từ không gian màu CIE XYZ sang không gian màu CIE L*a*b*.

$$\begin{aligned} L^* &= 116Y' - 16 \\ a^* &= 500(X' - Y'), \\ b^* &= 200(Y' - Z'), \end{aligned} \quad (2.17)$$

Trong đó:



Hình 2.11: Mô hình phát hiện khuyết tật trên bề mặt trái Bưởi.

$$X' = f(X/X_{ref}), Y' = f(Y/Y_{ref}), Z' = f(Z/Z_{ref}), \text{ và}$$

$$f(c) = \begin{cases} c^{1/3} & \text{if } c > 0.008856 \\ 7.787c + 16/116 & \text{if } c \leq 0.008856 \end{cases} \quad (2.18)$$

Thông thường, D56 được chọn là giá trị tham chiếu cho các điểm trắng $C_{ref} = (X_{ref}, Y_{ref}, Z_{ref})$. Tức là $X_{ref} = 0.950456$, $Y_{ref} = 1.000000$ và $Z_{ref} = 1.088754$. Giá trị L^* là số dương nằm trong khoảng $[0, 100]$, các giá trị của a^* và b^* nằm trong khoảng từ $[-127, +127]$.

Chuyển từ không gian màu CIE $L^*a^*b^*$ sang không gian màu CIE XYZ.

2.5.3. Tăng cường độ sáng ảnh màu kênh a^*

2.5.4. Lọc nhiễu bằng bộ lọc trung vị trên ảnh màu kênh a^*

2.5.5. Loại bỏ khuyết điểm ở bên ngoài đối tượng sử dụng phép mở ảnh

Phép xử lý hình thái học – phép mở ảnh được sử dụng để loại bỏ một số điểm nhiễu còn sót lại ở khu vực nền của ảnh và những khuyết điểm có kích thước nhỏ. Qua quá trình phân tích và thử nghiệm nhiều phần tử cấu trúc khác nhau, tác giả đề xuất phần tử cấu trúc không phẳng có hình quả bóng (thực chất là hình Ellipse) với bán kính $R=1$, độ cao $H=3$.

2.5.6. Phân đoạn ảnh

2.5.6.1. Phân đoạn dựa trên ngưỡng toàn cục - thuật toán Otsu

Thuật toán Otsu được sử dụng để tự động lấy ngưỡng của ảnh dựa trên hình dáng của lược đồ mức xám của ảnh hoặc giảm mức độ xám của ảnh đầu vào thành ảnh nhị phân.

Thuật toán thực hiện qua các bước sau [19]:

- a. Chọn một giá trị ước lượng khởi tạo cho T (thường là giá trị trung bình mức xám trong ảnh).
- b. Sử dụng T để phân đoạn ảnh. Kết quả của bước này sẽ tạo ra 2 nhóm điểm ảnh: G_1 chứa tất cả các điểm ảnh với giá trị mức xám $> T$ và G_2 chứa các điểm ảnh với giá trị mức xám $\leq T$.
- c. Tính mức xám trung bình trong nhóm G_1 là μ_1 và trong nhóm G_2 là μ_2 .
- d. Tính ngưỡng mới dựa vào μ_1 và μ_2 : $T = (\mu_1 + \mu_2) / 2$
- e. Lặp lại bước 2 đến 4 cho đến khi nào giá trị của T trong các lần lặp liên tiếp nhỏ hơn một giá trị định trước T_∞ .

Qua quá trình thử nghiệm và phân tích, tác giả đề xuất chỉ lấy ngưỡng toàn cục Otsu nằm trong khoảng $[0.4, 0.55]$.

2.5.6.2. Phân đoạn sử dụng thuật toán k – Means

Trong xử lý ảnh, k -Means phân đoạn ảnh thành nhiều lớp khác nhau dựa trên khoảng cách vốn có giữa các điểm ảnh (giá trị mức xám). Thuật toán giả sử rằng tập các giá trị đầu vào là một không gian vector và cố gắng tìm ra các cụm (lớp) một cách tự nhiên giữa chúng. Đối với bài toán này, đầu vào của thuật toán là ảnh hai chiều không gian màu $a*b*$ và được thực hiện qua các bước sau đây [29], [30]:

- a. Tính toán sự phân bố cường độ sáng của các điểm ảnh trong ảnh.
- b. Khởi tạo các điểm tâm với các cường độ ngẫu nhiên k .
- c. Lặp lại các bước dưới đây cho đến khi việc phân cụm các nhãn của ảnh không thay đổi nhiều.
- d. Phân cụm các điểm tâm dựa trên khoảng cách từ giá trị cường độ sáng điểm tâm đến các giá trị cường độ sáng. ($c^{(i)}$ thường được gọi là hàm chi phí của thuật toán k -Means).

$$c^{(i)} = \operatorname{arg\,min}_j \|x^{(i)} - \mu_j\| \quad (2.23)$$

e. Tính toán giá trị điểm tâm mới cho các cụm.

$$\mu_i = \frac{\sum_{i=1}^m 1\{c_{(i)} = j\}x^{(i)}}{\sum_{i=1}^m 1\{c_{(i)} = j\}} \quad (2.24)$$

Trong đó, k là tham số đầu vào của thuật toán (số cụm cần tìm), i là biến lặp trên tất cả các giá trị cường độ sáng trong ảnh, j là biến lặp trên tất cả các điểm tâm và μ_i là điểm tâm của các giá trị cường độ sáng.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NHẬN DẠNG VÀ PHÁT HIỆN KHUYẾT ĐIỂM

3.1. BÀI TOÁN ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG TRÁI BƯỞI

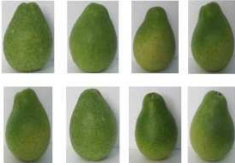
Hiện nay, hầu hết việc kiểm tra và đóng gói trái Bưởi đều được thực hiện thủ công. Tác giả giải quyết bài toán này bằng máy tính, sử dụng các phương pháp, thuật toán trong lĩnh vực thị giác máy tính và xử lý ảnh số để nhận dạng, phân tích hình ảnh để kết luận về chất lượng của trái Bưởi mà không phá vỡ cấu trúc bề mặt của chúng nhằm tiết kiệm thời gian, chi phí cho các doanh nghiệp thu mua và xuất khẩu trái Bưởi.

3.2. MÔI TRƯỜNG VÀ CÔNG CỤ CÀI ĐẶT THỬ NGHIỆM

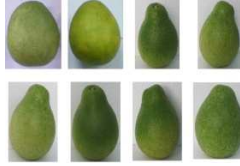
3.3. MẪU DỮ LIỆU HUẤN LUYỆN VÀ KIỂM TRA

Dữ liệu ảnh được lấy bao gồm: Một số trái Bưởi có chất lượng tốt, đạt tiêu chuẩn xuất khẩu theo tiêu chuẩn GAP (không có: vết bầm, sâu, thối rửa, vết chầy xước, sẹo, .v.v). Một số trái Bưởi có một số khuyết điểm trên bề mặt (có: vết bầm, sâu, thối rửa, vết chầy

xước, sọc và một số ảnh được tác giả vẽ thêm các vết khác thường trên bề mặt).



Hình 3.1. Một số mẫu trái Bưởi đưa vào huấn luyện



Hình 3.2. Một số mẫu trái Bưởi đưa vào nhận dạng



Hình 3.3. Một số mẫu đưa vào phân tích phát hiện khuyết điểm.

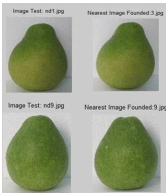
3.4. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM NHẬN DẠNG TRÁI BƯỞI

Các tham số và hình dáng của sóng Gabor được chọn như hình 3.4.

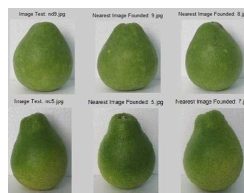


$$\lambda = 8, \varphi = [0, \frac{\pi}{2}], \gamma = 0.5, b = 1, N = 12, \theta = 60$$

Hình 3.4: Các tham số và hình dáng sóng Gabor được chọn



Hình 3.5: Kết quả nhận dạng với $k=1$.



Hình 3.6: Kết quả nhận dạng với $k=2$.

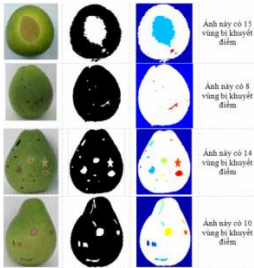
3.5. NHẬN XÉT KẾT QUẢ NHẬN DẠNG

Từ kết quả nhận dạng ở hình 3.5 và hình 3.6 cho thấy, khi dữ liệu huấn luyện càng nhiều và đồng bộ thì độ chính xác nhận dạng càng cao.. Tuy nhiên, khi CSDL tăng lên thì thời gian xử lý và tốc độ

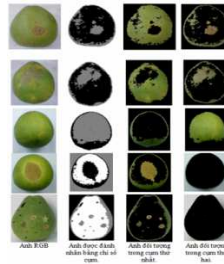
tính toán của hệ thống chậm lại vì thuật toán sóng Gabor cùng với bộ tham số của nó và các tham số của ma trận GLCM là khá nhiều.

3.6. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM PHÁT HIỆN KHUYẾT ĐIỂM

3.6.1. Phương pháp phân đoạn ảnh dựa trên ngưỡng



Hình 3.7: Kết quả phát hiện số khuyết trên bề mặt bằng phương pháp phân đoạn dựa trên ngưỡng.



Hình 3.9: Kết quả phát hiện khuyết điểm bằng thuật toán $k -$ Means, $k = 2$.

3.6.2. Sử dụng thuật toán $k -$ Means

Kết quả của phương pháp này thể hiện ở hình 3.9.

3.7. NHẬN XÉT KẾT QUẢ PHÁT HIỆN KHUYẾT ĐIỂM

3.7.1. Mô hình phân đoạn ảnh bằng thuật toán tách ngưỡng toàn cục

Kết quả ở hình 3.7 cho thấy rằng, mô hình và các phương pháp đề xuất không những phát hiện được các khuyết điểm trên ảnh mà nó còn phục vụ được cho việc màu hóa các khuyết điểm đó và đếm được số khuyết điểm trên ảnh trái Bưởi rất hiệu quả, giúp ích cho việc thống kê số khuyết điểm của trái Bưởi bị hỏng phục vụ công việc phân loại. Tuy nhiên, mô hình này sử dụng một số kỹ thuật xử

lý trên ảnh nhị phân vì vậy nó cũng làm mất đi các điểm ảnh trong ảnh và thuật toán xử lý hình thái học – phép mở ảnh đã làm mất đi những vùng nhiễu bên ngoài đối tượng nhưng đồng thời nó cũng làm mất đi hoặc làm tăng kích thước của vùng khuyết điểm trong ảnh.

3.7.2. Mô hình phân đoạn ảnh bằng thuật toán k – Means

Kết quả ở hình 3.9 cho thấy rằng, mô hình và phương pháp sử dụng đã phát hiện được vùng bị khuyết tật trên bề mặt trái bưởi khá hiệu quả và vùng khuyết tật được màu hóa thành các cụm đúng như ý tưởng của thuật toán k-Means giúp hệ thống đơn giản hơn so với mô hình phân đoạn ảnh bằng thuật toán tách ngưỡng toàn cục. Tuy nhiên, phương pháp này tốc độ xử lý lâu hơn so với phương pháp phân đoạn bằng ngưỡng cục bộ vì nó xử lý trên ảnh màu.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Trong luận văn này, tác giả đã trình bày tổng quát những kiến thức, thuật toán nền tảng trong lĩnh vực xử lý ảnh số ứng dụng trong ngành công nghiệp thực phẩm nói chung và trong lĩnh vực đánh giá chất lượng trái cây nói riêng. Đây là một lĩnh vực mới và đang trong quá trình phát triển trên thế giới. Ở Việt Nam gần như đây là chủ đề còn khá mới mẻ.

Nội dung của cuốn luận văn đã tiến hành thực hiện nghiên cứu ba vấn đề chính như sau:

Một là: Luận văn đã tiến hành nghiên cứu những nguyên lý cơ bản trong hệ thống xử lý ảnh số và nhận dạng nói chung và trong lĩnh vực nhận dạng và phát hiện khuyết điểm trên bề mặt trái cây nói riêng để có được cái nhìn tổng quát về phương pháp và phạm vi ứng dụng của nó.

Hai là: Luận văn đã nghiên cứu các phương pháp trích lọc đặc trưng ảnh trái cây nói chung để từ đó tìm ra những tham số đặc trưng phù hợp với bài toán mà tác giả đang hướng tới. Trong quá trình nghiên cứu, tác giả nhận thấy rằng: Các loại trái cây khác nhau có đặc trưng bề mặt khác nhau, ví dụ: Các loại trái cây như Táo, Lê, Chuối .v.v thì có bề mặt phẳng và trơn, với trái Bưởi thì ngược lại, bề mặt nó không phẳng và có kết cấu khá phức tạp. Do đó, việc xác định phương pháp trích lọc đặc trưng và các phương pháp đo lường các đặc trưng là điều rất quan trọng. Cuốn luận văn này đã thực hiện chọn lựa các phương pháp phù hợp với bài toán và được mô tả rất chi tiết ở chương 2.

Ba là: Tác giả đã nghiên cứu các thuật toán xử lý ảnh số để tiến hành phân tích bề mặt của trái Bưởi nhằm phát hiện các khuyết điểm. Qua quá trình nghiên cứu và thử nghiệm, tác giả đã chọn mô hình sử dụng phương pháp phân đoạn ảnh nhị phân và phương pháp phân đoạn ảnh bằng k-means để phát hiện khuyết điểm trên bề mặt trái Bưởi.

Trên cơ sở những kiến thức đã nghiên cứu được ở trên, cuốn luận văn đã đề xuất mô hình nhận dạng trái Bưởi và mô hình đánh giá chất lượng trái Bưởi.

Trong mô hình nhận dạng trái Bưởi, tác giả đã nghiên cứu loại đặc trưng trong nhận dạng ảnh trái cây nói chung và đã chọn ra được ba loại đặc trưng phù hợp với bài toán: *màu sắc, hình dáng và kết cấu của ảnh*. Từ những tham số đặc trưng này, tác giả tiếp tục nghiên cứu các phương pháp xử lý ảnh đối với các tham số đó để có được giá trị tốt nhất và phù hợp phục vụ cho việc nhận dạng. Các không gian màu của ảnh được tác giả nghiên cứu: RGB, HSI, HSV, CIE L*a*b* ... và tác giả đã lựa chọn không gian màu HSV để trích lọc đặc trưng cho tham số màu sắc. Đặc trưng về hình dáng cũng được tác giả quan tâm khá kỹ và tác giả đã chọn phương pháp đo lường hình dáng của trái Bưởi dựa trên chu vi và diện tích của hình dáng trái bưởi sau khi đã thực hiện biến đổi nhị phân ảnh đơn kênh H trong không gian màu HSV. Đặc trưng kết cấu của ảnh là một trong những bài toán khó trong xử lý ảnh số và thị giác máy tính. Có rất nhiều mô hình khác nhau để trích lọc đặc trưng kết cấu của ảnh đã được đề xuất. Và đối với tham số này, tác giả đã chọn phương pháp thống kê, sử dụng ma trận đồng hiện mức độ xám Co-occurrence để đo lường các đặc trưng kết cấu và tác giả cũng đã chọn 5 đặc trưng

kết cấu cho bài toán: đặc trưng về năng lượng, độ tương phản, entropy, độ tương đồng và tính đồng nhất. Các tham số này cùng với các tham số của màu sắc và hình dáng sẽ được lưu trữ vào CSDL. Để nhận dạng trái bưởi, tác giả đã sử dụng thuật toán k-NN để tính khoảng cách giữa các mẫu huấn luyện với mẫu kiểm tra, thuật toán k-NN là một trong 10 thuật toán phân loại dữ liệu, khai phá dữ liệu hiệu quả trong lĩnh vực khai phá dữ liệu vì tính đơn giản và hiệu quả của nó. Vấn đề quan trọng nhất đối với thuật toán k-NN là xác định hệ số k (số hàng xóm gần nhất cần tìm), tác giả đã chọn và thử nghiệm với hệ số $k=1$ hoặc $k=2$.

Trong mô hình phát hiện khuyết điểm trên bề mặt trái Bưởi, tác giả đã chọn phương pháp phân đoạn ảnh vì tính đơn giản và hiệu quả của nó. Tuy nhiên, để phương pháp này đạt hiệu quả thì ảnh đầu vào phải được đưa vào các module tiền xử lý ảnh trước khi đưa vào module phân đoạn ảnh. Trong giai đoạn tiền xử lý ảnh, tác giả đã sử dụng ảnh đơn kênh a^* trong không gian màu CIE $L^*a^*b^*$ để làm đầu vào cho các module tiền xử lý. Vì tính chất của ảnh a^* là hơi mờ và có nhiều đốm, vì vậy tác giả đã sử dụng thuật toán nâng cao độ tương phản và sử dụng bộ lọc trung vị để xử lý. Ảnh sau khi được xử lý được đưa vào module xử lý hình thái học để loại bỏ những điểm không mong muốn ở nền của ảnh trước khi đưa vào phân đoạn ảnh bằng thuật toán phân đoạn ảnh toàn cục Ostu. Trong module xử lý hình thái học, tác giả đã sử dụng phép mở ảnh với một phần tử cấu trúc không phẳng để xử lý ảnh. Qua quá trình thử nghiệm, tác giả nhận thấy rằng: giá trị ngưỡng nằm trong khoảng $[0.4, 0.55]$ có hiệu quả tốt. Ngoài ra, phương pháp sử dụng thuật toán k-Means trong phân cụm dữ liệu cũng được nghiên cứu và đưa vào thử nghiệm. Tác

giả đã chuyển thuật toán k-Means từ việc phân cụm dữ liệu đầu vào trong khai phá dữ liệu thành phân cụm khuyết điểm trên một đối tượng cố định – quả Bưởi và nó cũng là một thuật toán khá hữu hiệu để chúng ta phân tích ảnh vì kết quả của nó là ảnh màu.

Tuy nhiên, hệ thống có thời gian xử lý chậm lại khi CSDL tăng lên, do đó cần tinh giảm các thuộc tính của đặc trưng để hệ thống vẫn đảm bảo tính chính xác và thời gian xử lý là chấp nhận được.

Trong tương lai, tác giả sẽ nghiên cứu sâu thêm các phương pháp khác để có thể hệ thống có hiệu năng cao hơn, ví dụ: nghiên cứu DWT để nén ảnh sau khi lấy mẫu và đưa vào sóng Gabor để làm nổi đặc trưng, ảnh sau khi được nén sẽ có kích thước nhỏ hơn vì vậy thời gian tính toán sẽ nhanh hơn ... Ngoài ra, để hệ thống được ổn định hơn cần nghiên cứu và xây dựng một mô hình, phương pháp lấy mẫu hiệu quả để giảm bớt những ảnh hưởng của ánh sáng, độ chói, tác động vào đối tượng khi lấy mẫu. Nếu có điều kiện, tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu và nâng cấp hệ thống thành một dây chuyền máy móc tự động ứng dụng vào bài toán thực tế để tăng hiệu quả, giảm chi phí sản xuất và đóng gói Bưởi xuất khẩu theo tiêu chuẩn GAP.