

# Inspeção Visual Automática por Cor: Indexação por Histogramas para soluções em tempo real

RODRIGO NEWTON RAVEDUTTI SANTOS  
DÍBIO LEANDRO BORGES\*

CEFET-PR - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná  
Depto. Informática e CPGEI  
Av. 7 de Setembro, 3165 - CEP: 80230-901 Curitiba, PR, Brasil  
santos, dibio@dainf.cefetpr.br  
\*Professor Visitante

**Abstract.** This short communication presents a solution for using color in an effective way to inspect objects automatically. Color is used as the primary information for the task, and it is represented initially by the Hue, Saturation, and Intensity (HSI) variables. It is proposed that color indexation algorithms can provide a real-time solution for demanding visual inspection tasks, such as classification of agricultural products for quality evaluation.

## 1 Introdução

Tarefas de inspeção de peças e produtos são importantes em inúmeros processos industriais, e ganhos significativos em qualidade e desempenho podem ser conseguidos se várias dessas tarefas forem automatizadas. Em particular, com o uso de técnicas de Visão por Computador, inspeção visual pode ser realizada com vários benefícios por sistemas autônomos, ou semi-autônomos [Newman-Jain (1995)].

A inspeção de produtos agropecuários, em especial frutas e vegetais de modo geral, freqüentemente é efetuada por trabalhadores que se posicionam diante de esteiras com esses produtos, analisando características visuais desses objetos. Uma dessas características, e talvez a mais importante, é a cor.

A cor é uma importante informação utilizada pelo sistema visual humano, para auxiliar no discernimento e identificação de todo o ambiente físico a nossa volta. Representações e algoritmos para análise visual de cor são objetos de pesquisa atual, e avaliações e extensões de técnicas até pouco tempo desconhecidas são necessárias com o objetivo de atingir soluções eficazes.

Este trabalho visa o desenvolvimento de um sistema de inspeção visual automática, utilizando a informação cor como característica primária do processo. O sistema de representação de cor é o HSI [Ballard-Brown (1982)], pela separação da informação de croma da intensidade e por ser a mais próxima das definições de cor usada por seres humanos. Propõe-se a utilização de indexação por histogramas [Swain (1990)] como estruturas básicas para relacionar diferentes faixas de características visuais dos objetos a serem inspecionados. Algoritmos para interseção e correspondência baseados nesta indexação serão avaliados, buscando bom desempenho em tempo real no domí-

nio de inspeção visual de laranjas.

A Figura.1 mostra um diagrama funcional do sistema de inspeção visual automática aqui proposto. As próximas seções descrevem as etapas de inspeção, indexação por histogramas e indicam o estágio de desenvolvimento para testes.

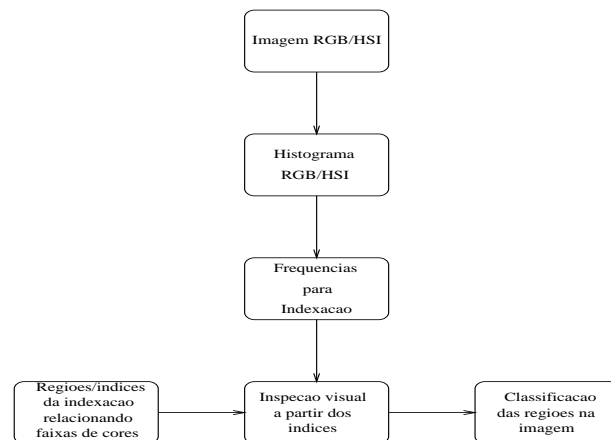


Figura 1: Diagrama do sistema de inspeção visual por cor.

## 2 Cor e Indexação

O atributo cor pode ser representado de forma eficiente utilizando o sistema HSI (do inglês, “Hue”, “Saturation”, e “Intensity”). As imagens são normalmente capturadas em coordenadas RGB e convertidas para o sistema HSI. Equações de conversão são amplamente conhecidas, e podem ser encontradas por exemplo em [Gonzalez-Wintz (1993)].

Para que um objeto seja identificado na imagem pelo atributo cor, um mecanismo que represente as classes, ou faixas, desse atributo de acordo com o almejado reconhecimento é necessário. O uso de histogramas em HSI para representar classes de cores demonstra-se eficaz em várias tarefas de análise de imagens, e possui propriedades importantes para reconhecimento que são a invariância quanto à rotação e translação. A Figura.2 (a) mostra uma imagem de uma prancheta de cores e o respectivo histograma.

Propõe-se neste trabalho utilizar os histogramas em HSI para realizar uma indexação quanto à faixas do espectro de cor. Em uma primeira etapa, objetos típicos com as cores representativas de cada classe teriam índices construídos e armazenados através de exemplos; na etapa de inspeção visual pelo sistema histogramas seriam calculados para o objeto em análise e então comparados com os índices pré-estabelecidos. Para realizar esta comparação de histogramas propõe-se o uso de um algoritmo de Interseção de Histogramas, inicialmente apresentado em [Swain (1990)].

### 3 Interseção de Histogramas

Para a tarefa de comparação de histogramas devem ser considerados aspectos importantes na solução, como: Baixa influência do fundo com relação às cores do objeto analisado; variação de posição e vistas do objeto; oclusão; variação da resolução, e variação das condições de iluminação. Uma solução seria um algoritmo de Interseção de Histogramas.

O algoritmo de interseção pode ser resumido nos seguintes passos:

- Sejam dois histogramas  $I$ , e  $M$ , a serem comparados, cada um contendo  $n$  subconjuntos de frequências. A interseção de  $I$  e  $M$  pode ser definida como:

$$\sum_{j=1}^n \min(I_j, M_j)$$

- A partir da interseção é possível estabelecer um valor numérico para quantificar a correspondência, ou o grau de interseção por:

$$\frac{\sum_{j=1}^n \min(I_j, M_j)}{\sum_{j=1}^n M_j}$$

### 4 Experimentos

Imagens serão capturadas de frutas, no caso laranjas, em condições variadas. Estão sendo implementados os estágios do algoritmo como indicado na Figura.1. Pretende-se fazer um número grande de avaliações e disponibilizar os resultados e análise de desempenho. Uma imagem típica a ser inspecionada pelo sistema é mostrada na Figura.2 (b).

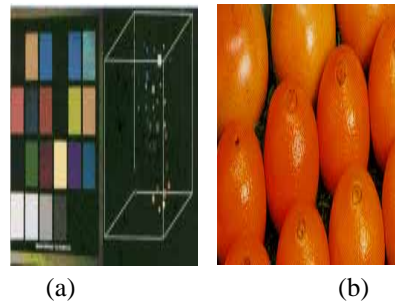


Figura 2: (a) Prancheta de cores e histograma respectivo. (b) Imagem típica a ser inspecionada pelo sistema.

### 5 Conclusões

A informação cor é parte essencial no processo de inspeção visual em diversas tarefas, particularmente no caso aqui exposto de laranjas. Este trabalho propõe uma solução eficaz para este domínio, utilizando de soluções recentes, e comprovadas na área de Robótica [Swain (1990)]. O sistema está em fase de desenvolvimento, e estudos preliminares indicam perspectivas promissoras.

### 6 Referências Bibliográficas

- Sal D'Agostino, Produce Sizing and Grading using Machine Vision, *Proc. of SME Robots 12 and Vision '88*, Detroit (USA), (1988), 11:1–11:14.
- D. Ballard, C. Brown, *Computer Vision*, Prentice-Hall, 1982.
- Wayne Daley, Richard A. Carey, Color Machine Vision for Defect Detection (Algorithms and Techniques), *Proc. Int. Robots and Vision Automation Conference*, Detroit (USA), (1991), 5:29–5:42.
- Wayne Daley, Tandoni Rao, Color Vision for Industrial Inspection, *Proc. of SME Vision Conference '90*, Detroit (USA), (1990), 12:11–12:24.
- R. C. Gonzalez, P. Wintz, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, MA (USA), 2nd edition, 1993.
- Timothy Newman, Anil K. Jain, A Survey of Automated Inspection, *Computer Vision and Image Understanding*, **61**(2), (1995), 231–262.
- Michael J. Swain, *Color Indexing*, PhD Thesis, Dept. Computer Science, University of Rochester, (1990).