

Gray World 算法在菜品识别中的应用

马千里, 于忠清, 刘 涛

(青岛大学信息工程学院, 青岛 266071)

摘要: 在利用颜色特征对饭菜类型进行识别的过程中, 为减少环境光照变化对识别结果的影响, 采用了 Gray World 算法对图像色偏进行调整。在 Fedora core 6 下, 利用 V4L 来控制摄像头获取图像数据。试验结果表明, 使用了此算法后识别准确率提高了 9.41%。

关键词: 颜色识别; 颜色直方图; 颜色恒常性; Gray World 算法

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

随着计算机视觉和图像处理技术的发展, 自动识别和测算的应用范围越来越广, 自助售饭系统^[1,2]便是结合了这两种技术的一种新应用。该系统通过颜色对饭菜类型进行识别, 然后使用双目视差计算出饭菜的份量, 进而完成计价。由于环境光照变化导致目标物体的反射光线光谱偏离“真实”颜色, 进而影响了识别效果。为了减少光照变化的影响, 在识别之前采用颜色恒常算法调整采集到的图像, 尽量还原真实场景。试验结果表明, 采用此算法后提高了识别准确率。

1 基于颜色的图像检索

颜色是一种很有用的特征, 与其他特征相比非常稳定, 它对于旋转、平移、尺度变化, 甚至各种形变都不敏感, 表现出相当强的鲁棒性, 并且颜色特征计算简单, 因此成为当前图像检索系统中应用最广泛的特征之一。

基于颜色特征进行图像检索的关键之一是颜色特征的提取。图像颜色特征可以是各种颜色的比例分布以及颜色的空间分布等, 目前大部分基于颜色的检索系统都采用颜色比例分布来获取颜色特征, 这就是颜色领域的直方图。颜色直方图是图像特征最普遍的表示方法, 该方法的基本思想是将图像的不同归结为颜色直方图之间的差距, 从而将图像的检索问题转换为颜色直方图之间的距离计算。显然, 距离和相似度具有相反的属性, 距离越小, 相似度越大。目前存在的直方图距离主要有欧拉距离、交集距离^[3]、中心距、二次方距离^[4]及 EMD^[5]等。

2 颜色恒常性理论

颜色恒常性是人类的视觉认知功能之一, 它使人们能够忽略环境光照的光谱成分变化而获得对物体颜色的稳定知觉。计算机视觉的颜色恒常性可以定义为在未知环境光照条件下, 计算机视觉系统自动地得到图像中物体颜色的稳定描述。

颜色恒常性的研究包括心理学、神经生理学等各个领域。早期对颜色恒常性的研究主要集中于探讨在不同的光照条件下, 颜色恒常性的保持程度。研究者经常采用颜色匹配方法, 通过计算具有特定意义的数学系数来表示颜色恒常程度。随着颜色恒常性研究的进展, 逐步形成了颜色恒常性的理论。Koffka 认为, 颜色恒常性是由于颜色场的存在形成相对颜色梯度的结果。Helmholtz 指出, 颜色恒常性是人排除照明光线的变化, 做出颜色判断的结果。Hering 试图以人的记忆过程来解释颜色恒常性现象。他在强调颜色知觉过

程中周边变量(如视网膜的适应性等)的影响的同时,也强调了经验在颜色知觉中的作用,提出了“颜色记忆”的概念。Von Kries 通过对颜色适应现象的研究提出了系数理论,该理论认为视网膜上的三种视锥细胞的光感受性随光刺激强度不同发生线性变化。三类视锥细胞因具有不同的光谱选择性,感受性变化系数也各不相同。系数理论强调了视觉感受性的变化对色彩恒常知觉的作用,在颜色恒常性理论中占有重要的地位。

3 自助售饭系统中使用的直方图检索方法和颜色恒常性算法

在饭菜的识别阶段采用欧拉距离、交集距离两种算法,并且在两种算法识别结果一致的情况下才认为准确识别出了饭菜的种类。由于环境光照条件可能随时变化,所以为了得到较为“真实”图像,需要使用颜色恒常性算法对色偏进行校正,在本系统中采用 Gray World 算法。

3.1 欧拉距离

设 h 和 g 分别表示两幅图像的颜色直方图, n 表示像素个数,则 h 和 g 之间的欧拉距离表示为

$$d^2(h, g) = \sum_A \sum_B \sum_C (h(a, b, c) - g(a, b, c))^2 \tag{1}$$

3.2 交集距离

该方法取两幅图像在灰度级上的较小值来累加,用所得结果来表示两幅图像的相似程度。设 h 和 g 分别表示查询图像的颜色直方图和数据库图像的直方图,则对应交集距离计算公式为

$$d(h, g) = 1 - \frac{\sum_A \sum_B \sum_C \min(h(a, b, c), g(a, b, c))}{\min(|h|, |g|)} \tag{2}$$

3.3 Gray World 算法

Gray World 算法来源于基于 Von Kries 系数理论的灰度世界假设(Gray World Assumption)。该假设认为对于一副有着大量色彩变化的图像, R 、 G 、 B 三个分量各自的平均值趋于同一个灰度值。在客观世界中,一般来说物体及其周围环境的色彩变化是随机的,因此这一假设是合理的。该方法的基本思想是通过计算图像 R 、 G 、 B 三个分量各自的平均值 R_{ave} 、 G_{ave} 、 B_{ave} 确定图像的平均灰度 K ,然后调整每个像素的 R 、 G 、 B 值,使得调整后的图像中三个分量的平均值都趋于平均灰度。其计算公式^[6]为(R' 、 G' 、 B' 分别为调整后的值):

$$K = (R_{ave} + G_{ave} + B_{ave}) / 3 \tag{3}$$

$$R' = R \times (K / R_{ave}) \tag{4}$$

$$G' = G \times (K / G_{ave}) \tag{5}$$

$$B' = B \times (K / B_{ave}) \tag{6}$$

4 试验及分析

当利用颜色直方图进行图像检索时,一个重要问题就是颜色空间的选择和直方图的量化。由于颜色直方图是高维向量数组,如果采用 $R\ G\ B$ 空间,组成这个数组需要 $256 \times 256 \times 256 = 16\ 777\ 216$ 个向量。因此为了减少计算量,试验中量化级采用 16,从而将颜色量化为 $16 \times 16 \times 16 = 4\ 096$ 。

为了评价 Gray World 算法在饭菜识别上的应用效果,对使用 Gray World 算法前后 17 种样品识别结果进行了统计,每轮试验都分别计算了一次交集距离和欧拉距离。试验分两个阶段,第一阶段直接使用由摄像头获取的图像进行识别,同时保存副本到硬盘以便在使用算法调整时使用;第二阶段先处理在第一阶段保存下来的图像数据,然后再识别。

图 1、图 2 分别是实验中的不同光照条件下的青豆样本图像;图 3 和图 4 为使用了 Gray World 算法调整后的对应图像。从中可以看出,使用 Gray World 算法调整后的图像直观上看,经过调整后更为相近。表 2 为使用算法调整前没有正确识别的几个样品数据和调整后的识别结果相关数据。

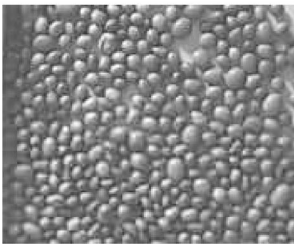


图 1 青豆图像 A

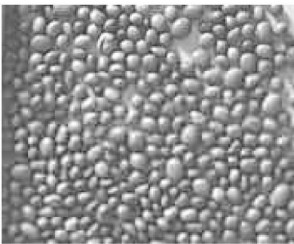


图 2 青豆图像 B

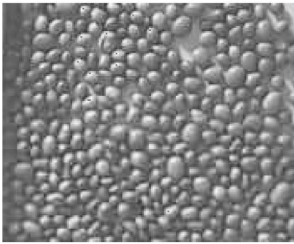


图 3 调整后的图像 A

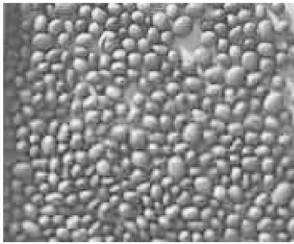


图 4 调整后的图像 B

表 1 使用 Gray World 算法前后图像 A 与图像 B 的直方图距离

方法	图像	
	图 1 与图 2	图 3 与图 4
欧拉距离	0.083 783	0.075 169
交集距离	0.308 305	0.194 367

表 2 使用 Gray World 算法前后识别结果

阶段	样品	第一轮		第二轮		第三轮		第四轮		第五轮		交集距离 识别率(%)	欧拉距离 识别率(%)	本样品 识别率(%)
		交 集	欧 拉	交 集	欧 拉	交 集	欧 拉	交 集	欧 拉	交 集	欧 拉			
使用 前	黄豆	✓	✓	✓	黄 豆	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100	80	80
	黄黑花	黄 豆	✓	花 豆	✓	✓	✓	✓	✓	黄 豆	✓	40	100	40
	油菜	✓	✓	✓	✓	✓	韭 菜	✓	韭 菜	✓	韭 菜	100	40	40
	小白菜	✓	✓	生 菜	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	80	100	80
	生菜	✓	小 白 菜	卷 心 菜	✓	小 白 菜	✓	✓	✓	✓	✓	60	80	40
使用 后	黄豆	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100	100	100
	黄黑花	✓	✓	花 豆	✓	花 豆	✓	✓	✓	✓	✓	60	100	60
	油菜	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100	100	100
	小白菜	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	100	100	100
	生菜	✓	✓	卷 心 菜	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	80	100	80

Gray World 算法使用了整幅图像的统计特性, 通过调整 RGB 分量减弱了环境中个别颜色引起的色偏, 还原了场景的真实颜色, 进而减小了颜色直方图之间的距离。通过对 17 种样品进行识别相关数据的计算, 使用该算法前的识别率为 $(12 \times 100\% + 80\% + 40\% + 40\% + 80\% + 40\%) \div 17 = 87.06\%$, 使用后为 $(12 \times 100\% + 100\% + 60\% + 100\% + 100\% + 80\%) \div 17 = 96.47\%$, 提高了 9.41%。

5 结语

由实验结果可以得出, 在环境光照不稳定的情况使用 Gray World 算法后, 该系统识别率提高了 9.41%。这种算法的不足之处是, 当场景中有颜色不够丰富并且存在大量主色系区域时, 致使计算调整系数时出现偏差, 进而造成局部图像失真。直观上来看图 3 和图 4 之间差距尽管缩小了, 但都没有还原真实场景。如果不同主色系区域使用不同的调整系数, 可能得到更为理想的效果, 这有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 王志刚, 于忠清. 双目视觉技术在无人售饭系统中的应用[J]. 青岛大学学报(工程技术版), 2007(增刊), 205-211.
- [2] 王国防, 于忠清. 基于颜色检索的饭菜识别系统的研究与实现[J]. 青岛大学学报(工程技术版), 2007(增刊), 199-202.
- [3] Swain M J, Ballard D H. Colorindexing[J]. International Journal of Computer, 1991, 7(1): 11-32.
- [4] James Hafner, Harpreet S Sawhney, Will Equits. Efficient color histogram indexing for quadratic form distance functions[J]. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1995, 17(7): 729-736.
- [5] Rubner Y, Tomasi C, Guibas L J, et al. A metric for distributions with applications to image databases[A]. IEEE International Conference on Computer Vision[C]. Bombay, India, 1998: 59-66.
- [6] 谷元保, 付宇卓. 一种基于灰度世界模型自动白平衡方法[J]. 计算机仿真, 2005, 22(9): 185-188.

Application of Gray World Algorithm to Dishes Identification

MA Qian-li, YU Zhong-qing, LIU Tao

(College of Information Engineering, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: In the process of using color feature to identify the different meals, gray world algorithm was used to reduce the effect caused by the changes of ambient light. Image data was obtained by using V 4L to control the camera under the platform of Fedora core 6. Results show that recognition accuracy rate of this algorithm was improved of 10.8%.

Key words: color recognition; color histogram; color constancy; gray world algorithm