

机器视觉课程设计 报告

姓名： 罗赫铭 方尧

学号： 180320107 190410102

学院： 机电工程与自动化学院

专业： 自动化

目录

一、	概述.....	3
二、	课程设计任务及要求.....	3
三、	算法设计.....	3
四、	实验及数据分析.....	4
五、	结论.....	5
六、	收获、体会和建议.....	5
七、	参考文献.....	5

一、概述

模板匹配是一种在目标图像中匹配给定模板图像的识别方法，通过机器视觉课程的学习，我们学习了基于形状、基于灰度值、基于互相关等的模板匹配算法。基于灰度的模板匹配算法包含 SAD、SSD 和 NCC 算法，其中 NCC 是一种基于归一化互相关的算法，可以使用图像金字塔来加速模板匹配的时间，实际应用中可以通过实时两阶段双检模板匹配算法（TOPBPC）很快处理在 NCC 算法下耗时高的大计算问题，达到实时检测的效果^[1]。在本次实验中我们将把已有的 4 层金字塔 NCC 模板匹配算法拓展为 8 层金字塔 NCC 模板匹配算法。

二、课程设计任务及要求

已经有一个 4 层金字塔的 NCC 模板匹配算法，将该算实现到 8 层金字塔的 NCC 模板匹配算，提供 C++ VS 2015 或以下 VS 工程和 OpenCV 1.0 的源码。

三、算法设计

1. NCC 模板匹配算法

在机器视觉的学习中我们学习了模板匹配算法，模板匹配是在目标图像中快速定位模板图像的一种算法，这种算法非常广泛地应用在实际的机器视觉应用当中，例如传统的类似零件内孔检测的工业应用等。模板匹配算法主要分为基于形状、基于灰度、基于互相关和基于变形模板等，其中 NCC 是一种基于归一化互相关的算法。

NCC 模板匹配算法中，对于灰度图像来说，每个像素点都可以看作是一个灰度值，这样整幅图像就可以看作是一个样本数据的集合，如果它有一个子集与另外一个样本数据相互匹配则它的 NCC 值为 1，表示相关性很高，如果是-1 则表示完全不想关，因此通过将一个模板的所有像素点灰度值的数据集合和目标图像的各个区域进行 NCC 计算，其中 NCC 值越大的就表示这个区域和这个模板相关性越高，匹配程度越高，因此可以通过选取 NCC 结果最大的点作为模板匹配的结果。

根据这个原理可以实现基于 NCC 的模板匹配算法，公式如下：

$$NCC(r, c) = \frac{1}{n} \sum_{(u,v) \in T} \frac{t_{(u,v)} f(r+u, c+v) - m_f(r, c)}{\sqrt{s_t^2} \sqrt{s_f^2(r, c)}}$$

在使用 NCC 模板匹配算法时，具体步骤为：

- （1） 获取目标图像和模板图像，将目标图像和模板图像划分图像金字塔。
- （2） 对各层图像金字塔获取模板像素并计算灰度之和、均值和协方差。
- （3） 根据模板大小，以模板左上角为基准点，在目标图像上从左至右、从上至下移动模板，计算每次移动后对应模板区域的 NCC 值。
- （4） 遍历完成后通过排序和阈值处理得到目标位置。
- （5） 将结果映射到下一级金字塔重复步骤。

2. 图像金字塔

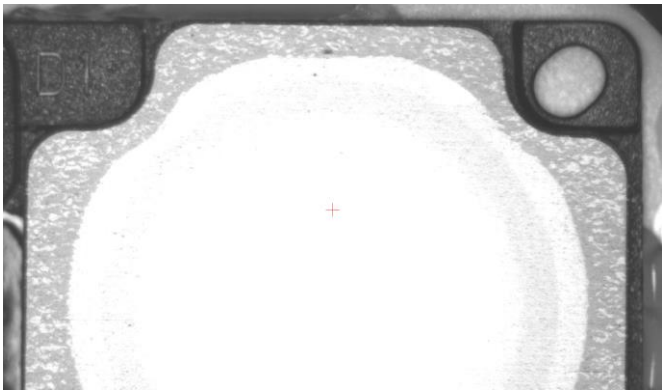
图像金字塔是一种以多种分辨率来描述图像的结构，以原图像为底层图像，通过采样得到不同分辨率的图像，图像分辨率逐层递减，顶层为低分辨率图像。如第 2 层图像的长宽为原图像的 1/2，第 3 层图像的长宽为原图像的 1/4 ... 第 8 层图像的长宽为原图像的 1/128。

将图像金字塔应用于模板匹配中将大幅减小计算时间，具体步骤为：

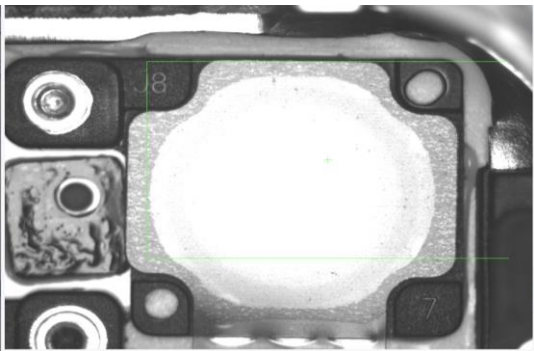
- (1) 将模板图像和目标图像进行 8 层金字塔划分。
- (2) 在第 8 层金字塔中使用模板匹配算法得到匹配度最高的点。
- (3) 将这个点映射到第 7 层，然后对这 4 个点 $N \times N$ 邻域内的点使用模板匹配算法得到匹配度最高的点。
- (4) 重复步骤 (3) 直到底层，最终得到匹配度最高的点，即模板匹配区域的左上角。
- (5) 通过处理得到模板匹配区域的中心点，绘制出矩形区域和十字定标线。

四、实验及数据分析

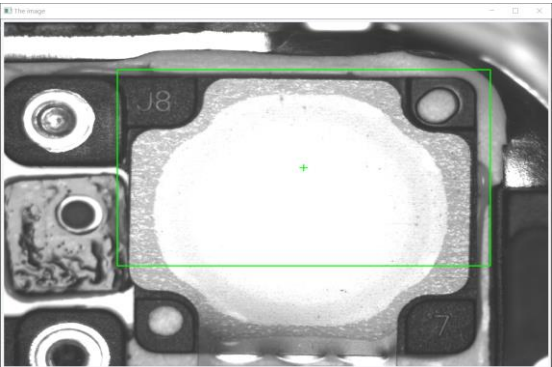
模板匹配例图：



模板



四层金字塔



八层金字塔

4 层 8 层金字塔对比：

	4 层金字塔				8 层金字塔			
	匹配时间/ms	匹配度	中心点		匹配时间/ms	匹配度	中心点	
			X 坐标	Y 坐标			X 坐标	Y 坐标
1	1533.1	0.9365	1420.9	816.7	197.2	0.9433	1423.6	819.5
2	1685.9	0.9290	1416.0	853.6	210.2	0.9947	1417.5	853.5
3	1686.0	0.8912	1410.7	834.7	209.8	0.8923	1413.1	836.7
4	1609.9	0.9226	1442.0	848.8	209.7	0.9332	1442.9	849.5
5	1593.0	0.8920	1403.2	856.4	147.4	0.9382	1404.7	858.9
6	1729.6	0.9028	1431.9	860.0	208.7	0.9325	1432.0	861.1
7	1542.5	0.9013	1419.1	847.3	147.2	0.9210	1420.1	848.6
8	1710.5	0.8759	1451.2	877.5	209.5	0.8857	1452.0	879.9
9	1647.8	0.8994	1405.8	834.3	209.1	0.9022	1405.0	835.5
10	1597.1	0.9145	1418.3	831.1	209.8	0.9237	1419.8	832.3
平均	1633.5	0.907			195.9	0.927		

五、 结论

8 层金字塔 NCC 模板匹配算法在匹配度上和 4 层金字塔 NCC 模板匹配算法基本一致，但在匹配时间上远远小于 4 层金字塔 NCC 模板匹配算法，这是由于更高的金字塔层数可以加速 NCC 获取到匹配模板中心。

六、 收获、体会和建议

通过本次的机器视觉课程设计，我们加深了对 NCC 模板匹配算法的理解和应用，同时对图像金字塔对 NCC 模板匹配的加速有了直观的理解。通过实践了解了机器视觉算法的魅力，并且巩固了代码阅读能力、代码修改方法、代码调试规范等需要学习的地方，为未来的学习打下了良好的基础。

七、 参考文献

[1] Fengjun Chen, Jinqi Liao, Zejin Lu, Jiyang Lv. A real-time two-stage and dual-check template matching algorithm based on normalized cross-correlation for industrial vision positioning[J]. Pattern Analysis and Applications, 2021