

項目案例：用於PCB電路板表面的AOI自動檢測方案

OpenCV與AI深度學習 2022-09-07 09:02 發表於重慶

以下文章來源於3D視覺工坊，作者白楊楊



3D視覺工坊

主要關注3D視覺算法、SLAM、點雲處理、三維重建、計算機視覺、深度學習、自動駕...

點擊下方**卡片**，關注“**OpenCV與AI深度學習**”

視覺/圖像重磅乾貨，第一時間送達！



OpenCV與AI深度學習

專注計算機視覺、深度學習和人工智能領域乾貨、應用、行業資訊的分享交流！

166篇原創內容

公眾號

導讀

作為眾多元件和電路信號傳輸的平台，印刷電路板（PCB）一直被視為電子信息產品的關鍵部分，其質量決定了最終產品的質量和可靠性。隨著電子元器件的微小化、複雜化趨勢，以及製造行業整體對智能化變革的需求，AOI檢測系統將在智能製造行業佔據越發重要的位置。

PCB產品AOI檢測，需要將模版與實際圖像對齊，因此需要定位功能。定位功能就需要選取定位核，定位核的提取方法分為手動和自動。基於人眼視覺特徵對區域敏感度判斷的手動提取法存在很大的局限性，且當需要較多定位核時建模複雜，因此目前廣泛應用的是自動提取法。

PCB由於高精度成像和高標準檢測需求，決定了一個料號可能需要幾百甚至上千個定位核，所以需要實現自動選取定位核的功能；檢測時料號是未知的，且切換比較頻繁，所以無法離線選取定位核，因此算法要求滿足實時性。

01 功能說明

自動定位核選取模塊主要功能如下：

1)支持多個相互獨立的全功能型定位核選取

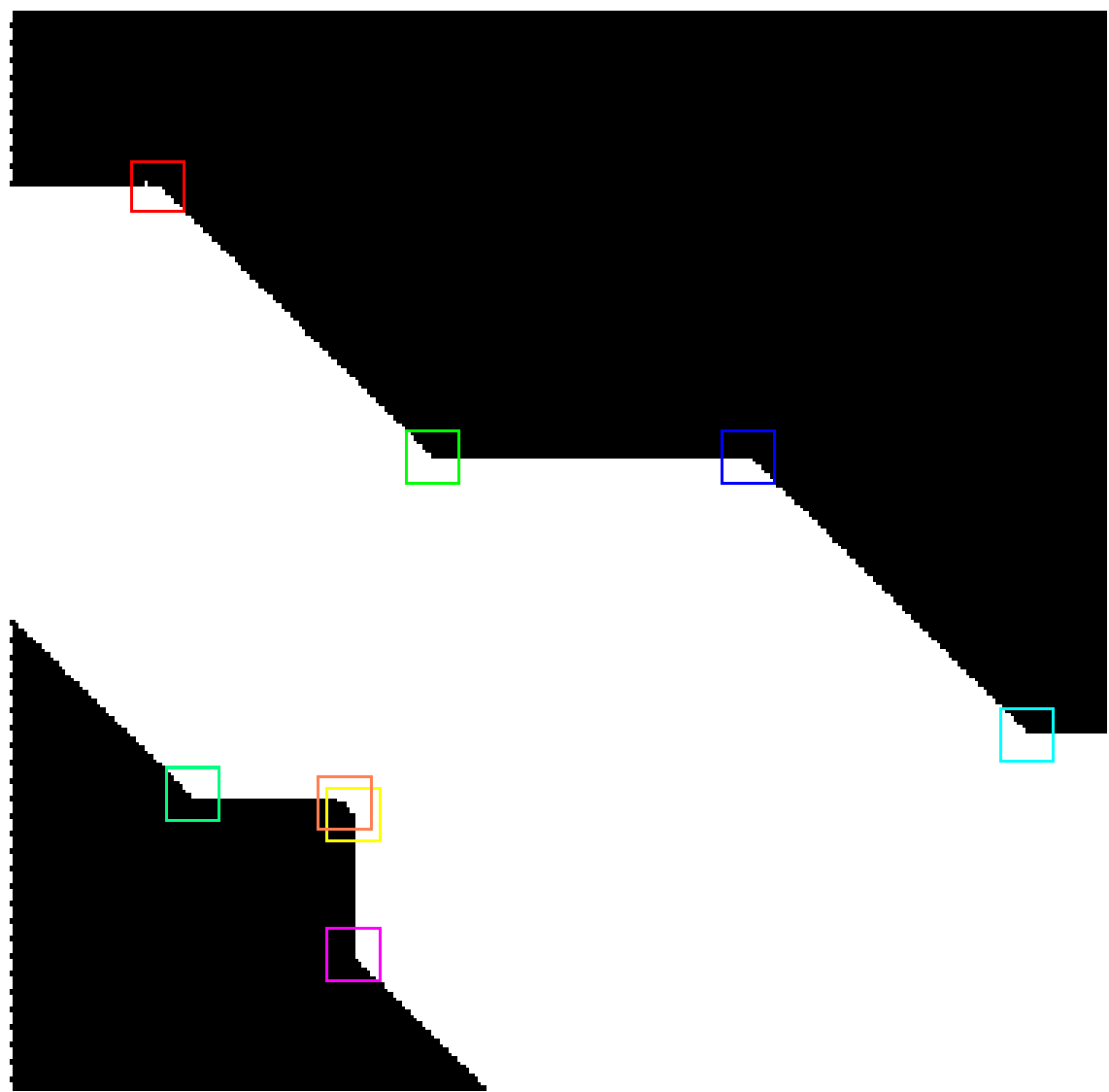


圖1 全功能型定位核演示

2)支持組合定位核的選取

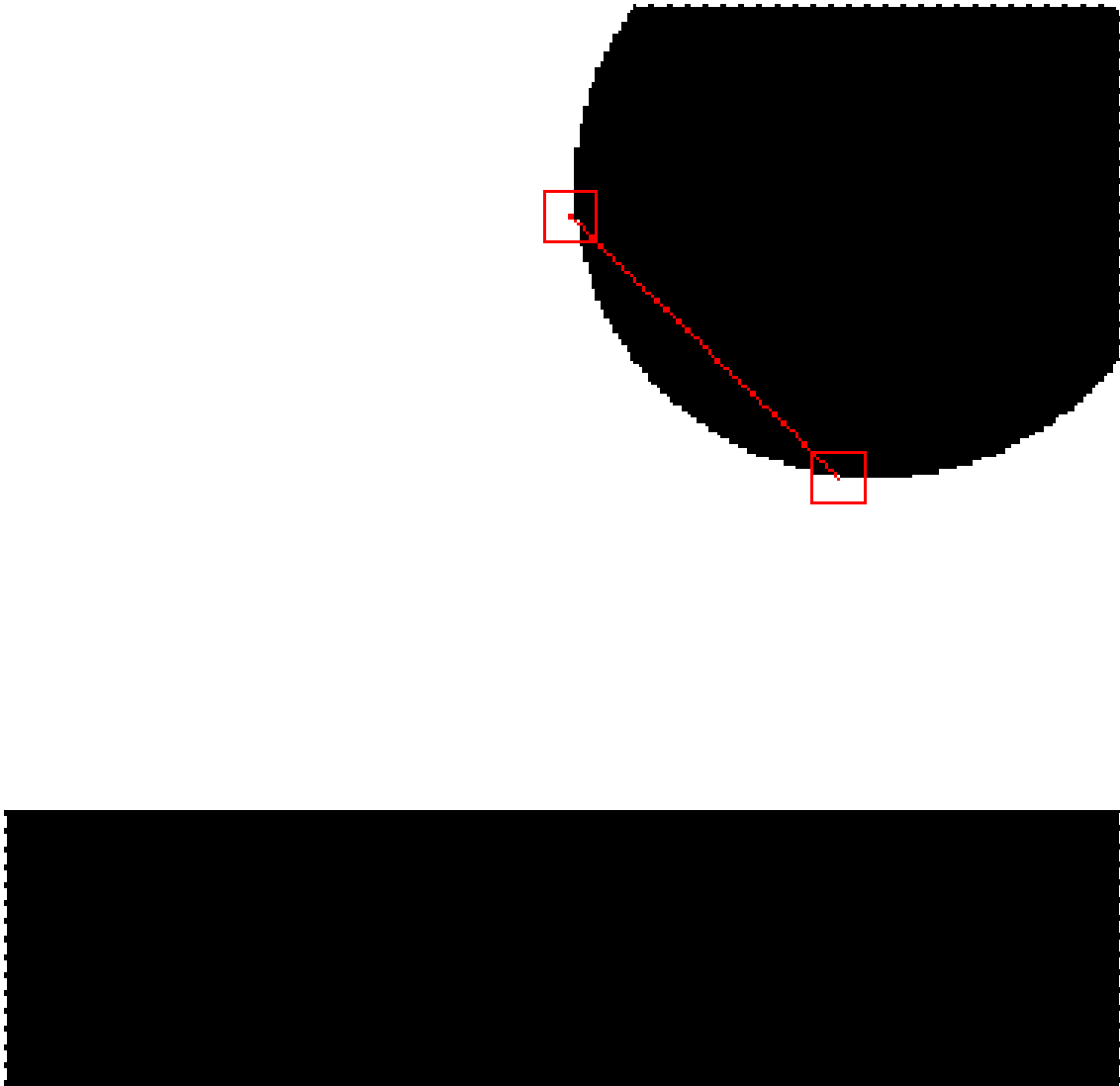


圖2 組合型定位核演示

3)支持單向(任意方向)定位核的選取

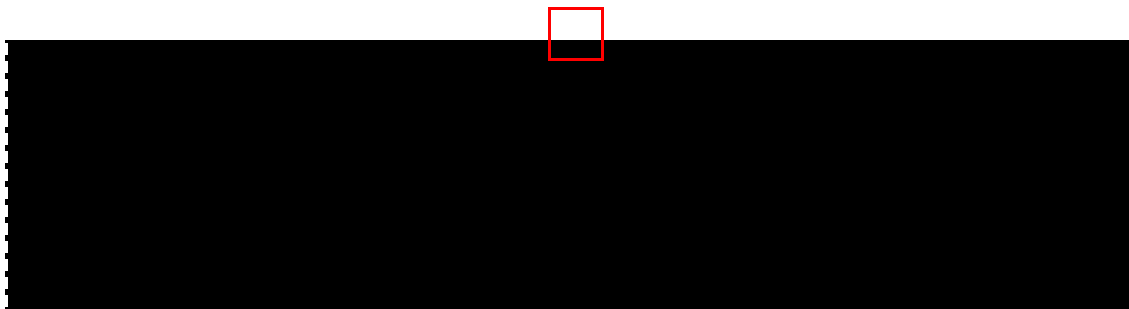


圖3 單向定位核演示

4)增加局部唯一性驗證，支持兩種不同的定位模式，NCC和Shape

02 算法設計

根據常見的定位算法的原理可知，選取定位核應選擇：

- 1)梯度信息豐富的地方，並且該梯度信息在水平和垂直方向都有分量；
- 2)在一定範圍內滿足唯一性。

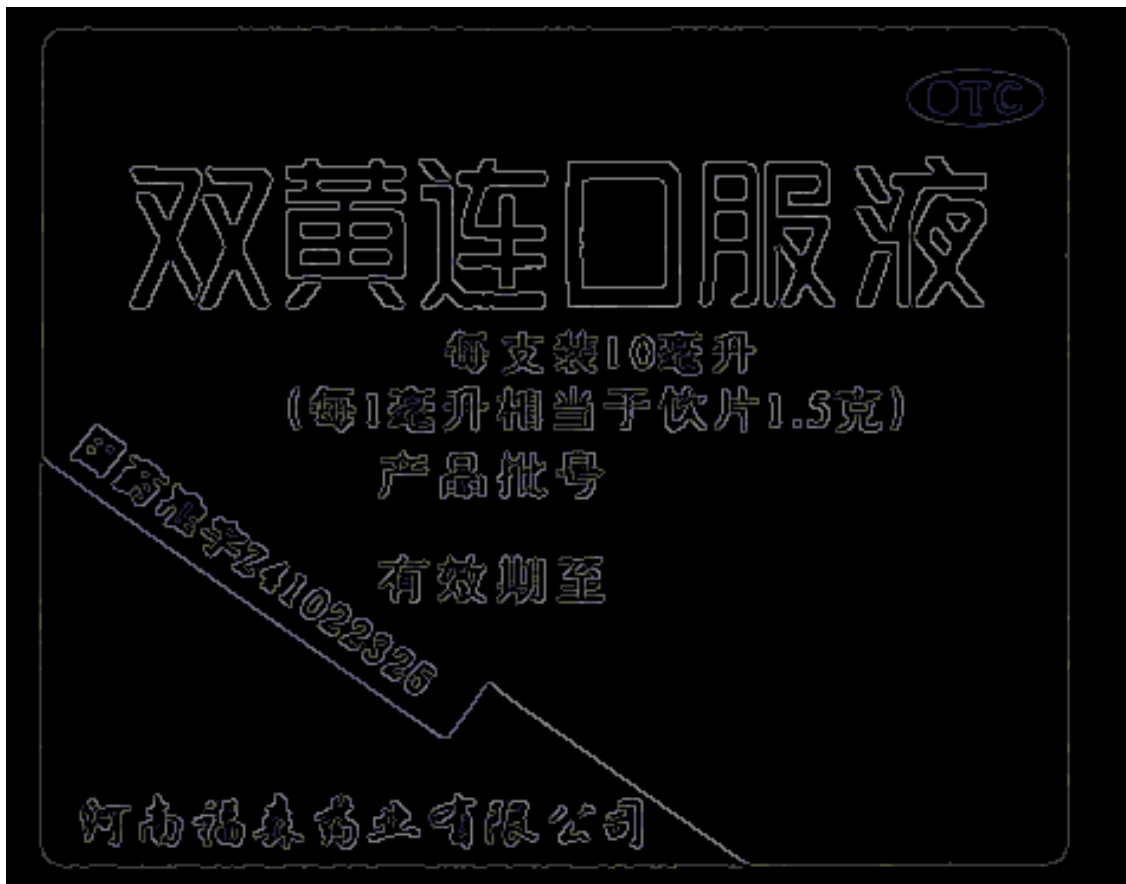
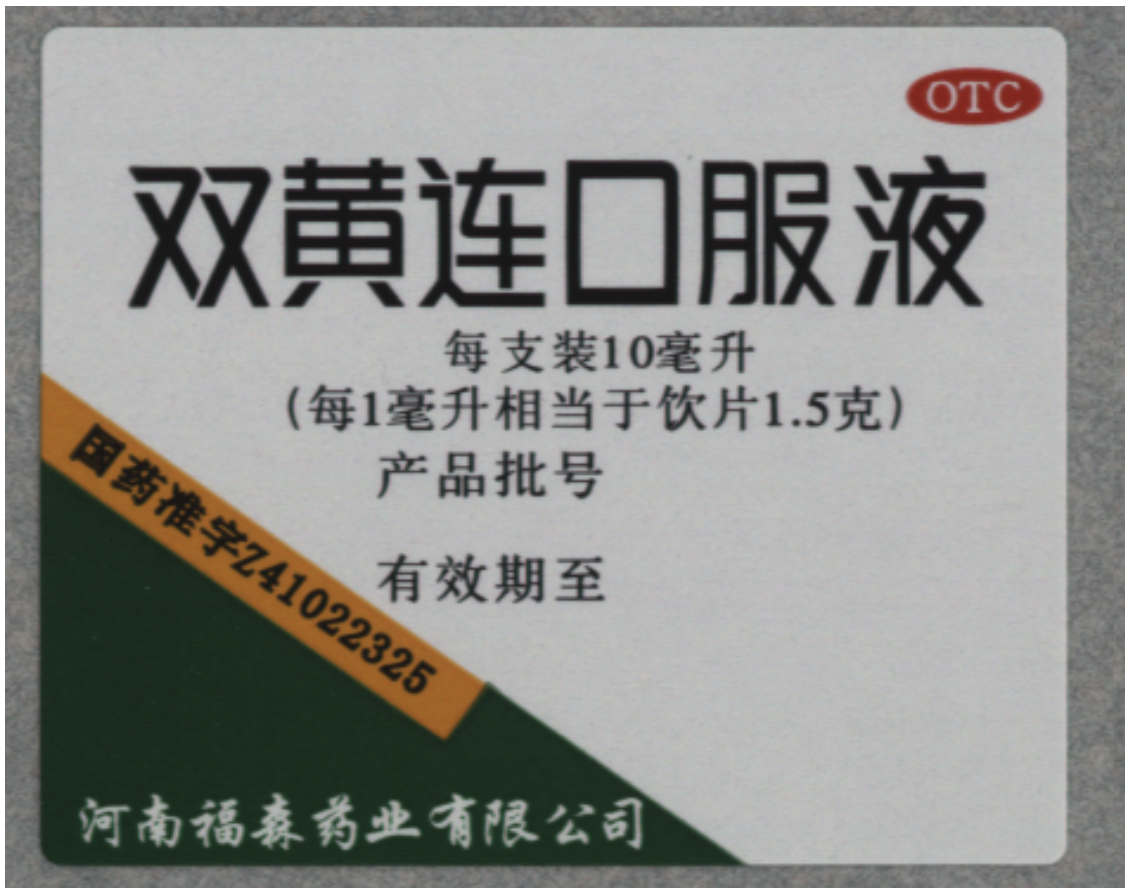


圖4 彩色圖及對應的梯度圖

PCB產品的模板圖像一般由Gerber或ODB++文件解碼生成，因此自動選定位核的輸入圖像一般為二值圖，圖案由直線和弧形組成，其所對應梯度信息如下圖所示：

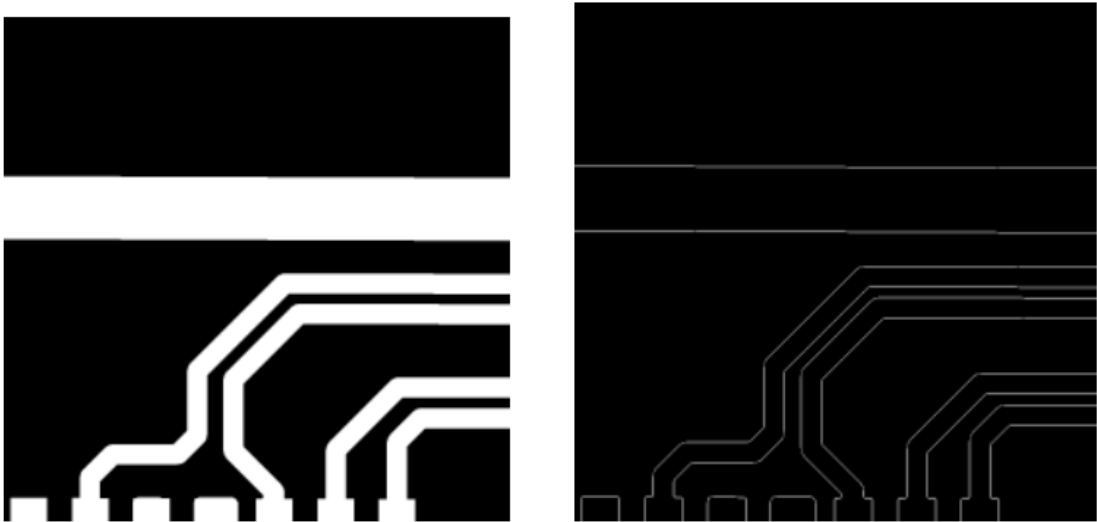


圖5 PCB二值圖及對應的梯度圖

可見，適合選取定位核的位置如下圖所示：

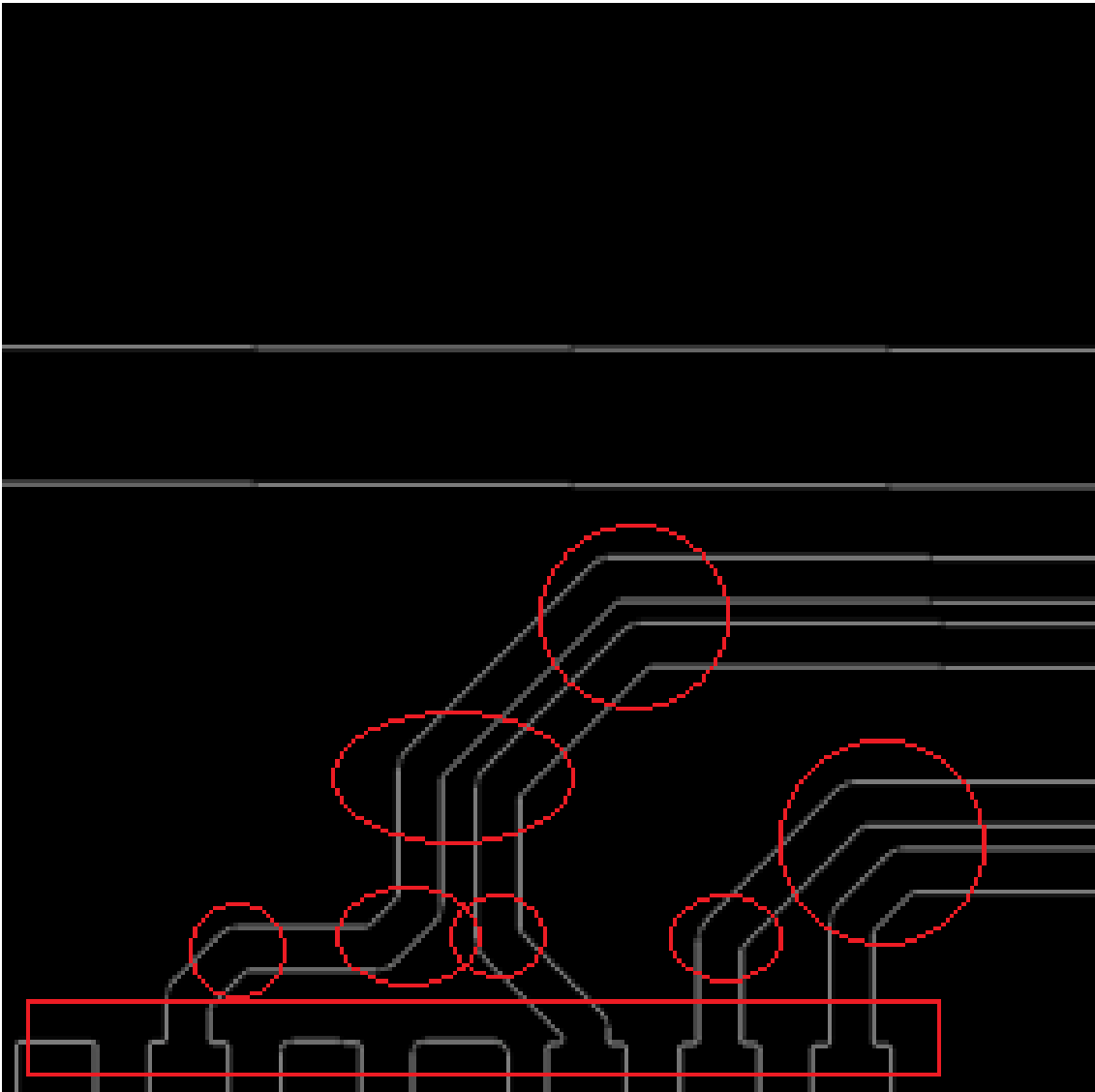


圖6 可選為定位核的位置

2.1設計概要

在定位核的選取過程中，遵循的原則如下：

- 優先選擇滿足條件的全功能型定位核；
- 若無全功能型定位核，則篩選出滿足條件的組合定位核；
- 若無組合定位核，則篩選出單向定位核。

2.2 算法流程

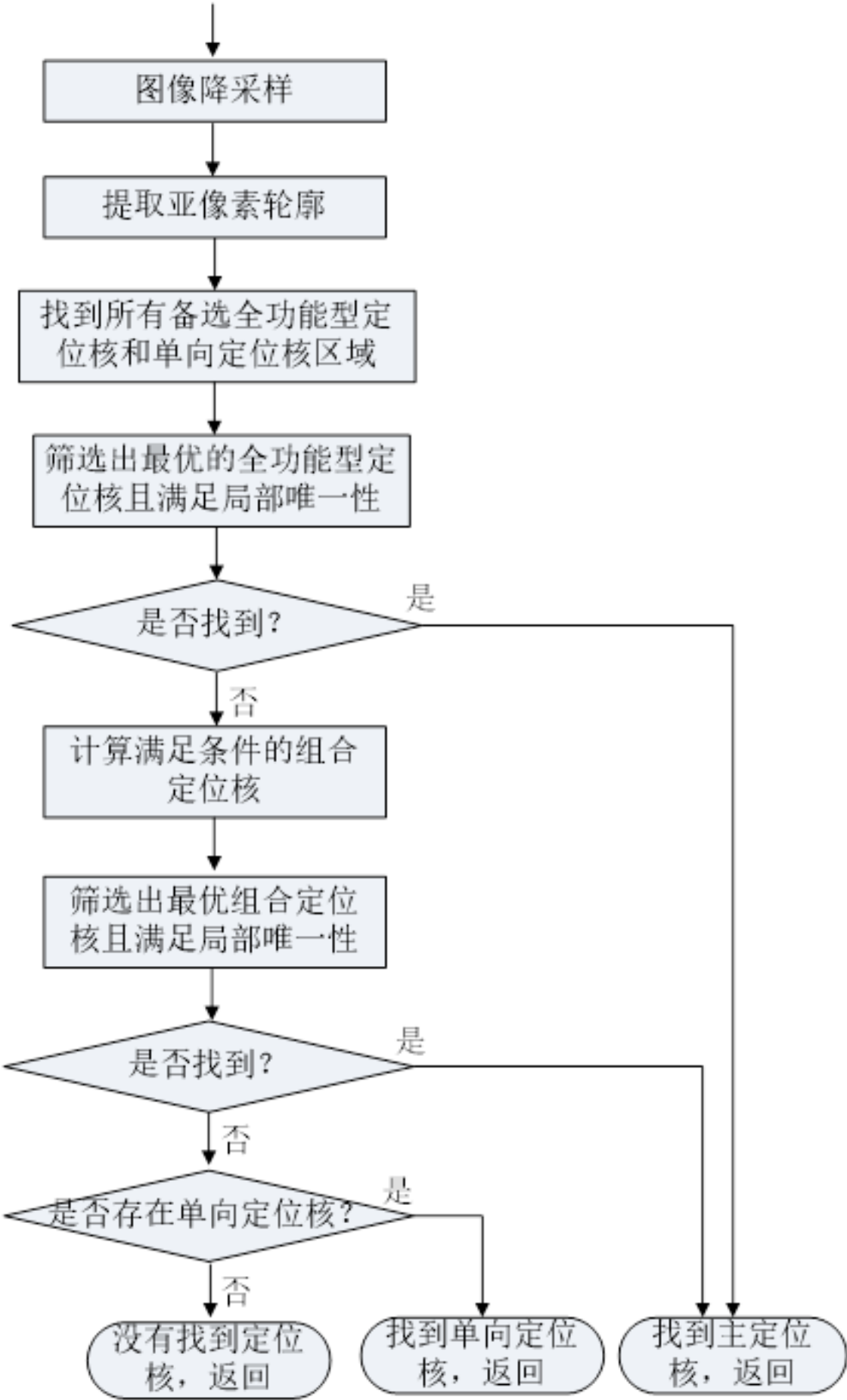


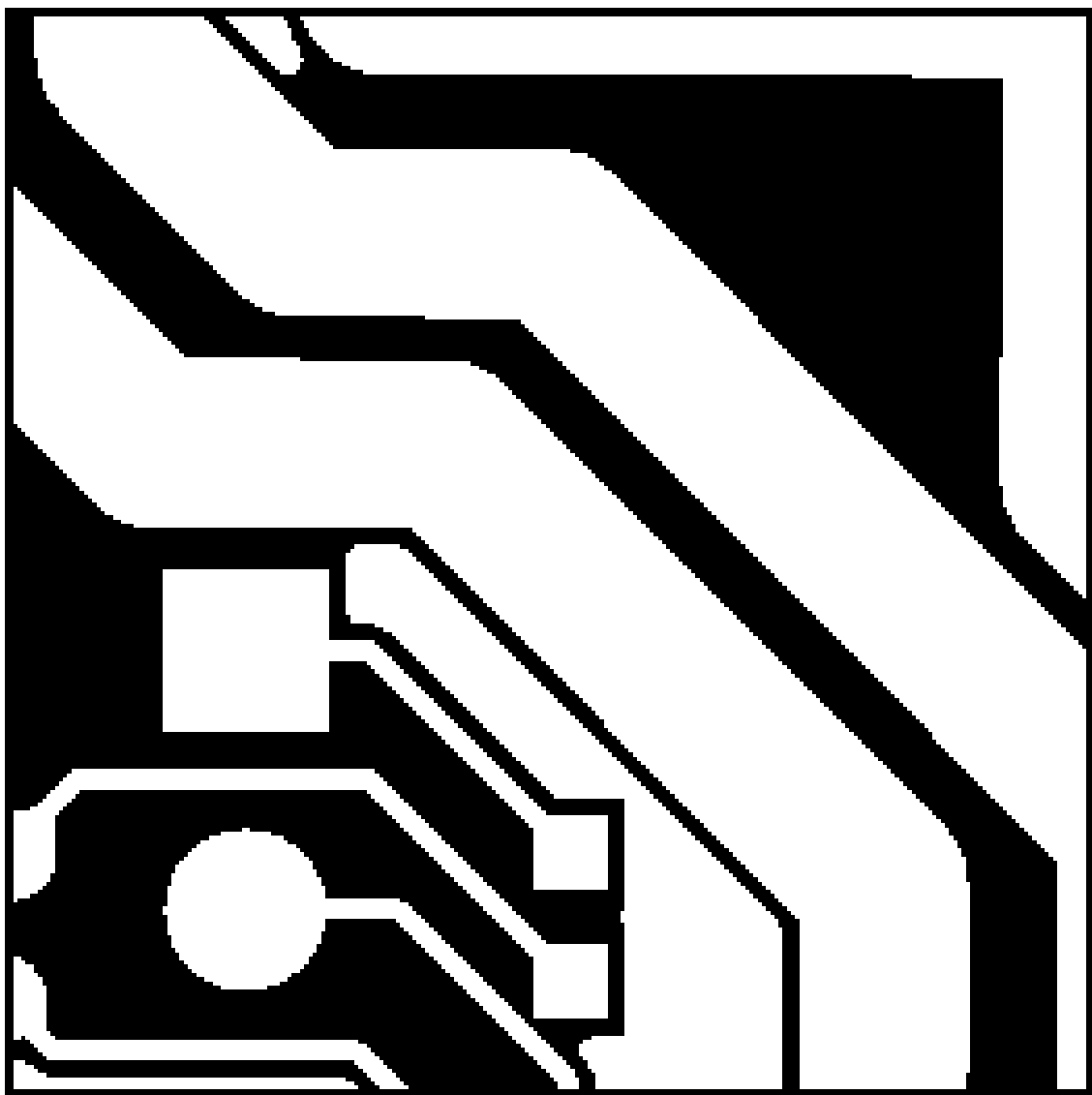
图7 自动选取定位核主流程

2.2.1 圖像降採樣

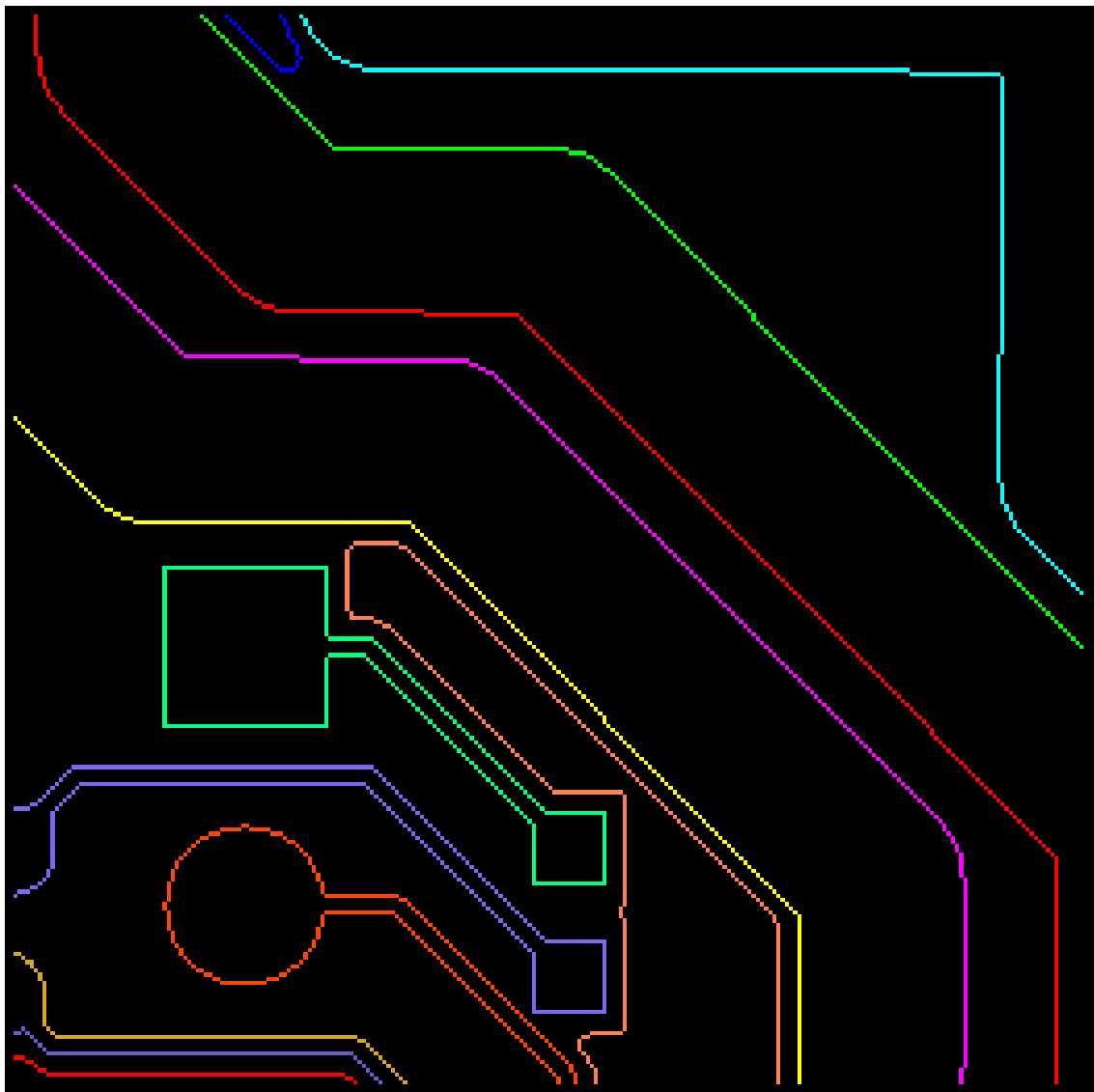
圖像降採樣，即採樣點數減少。對於一幅 $N \times M$ 的圖像來說，如果降採樣係數為 k ，則即是在原圖中每行每列每隔 k 個點取一個點組成一幅圖像。

採取降採樣的目的是為了降低處理時間。

2.2.2 提取亞像素輪廓XLD



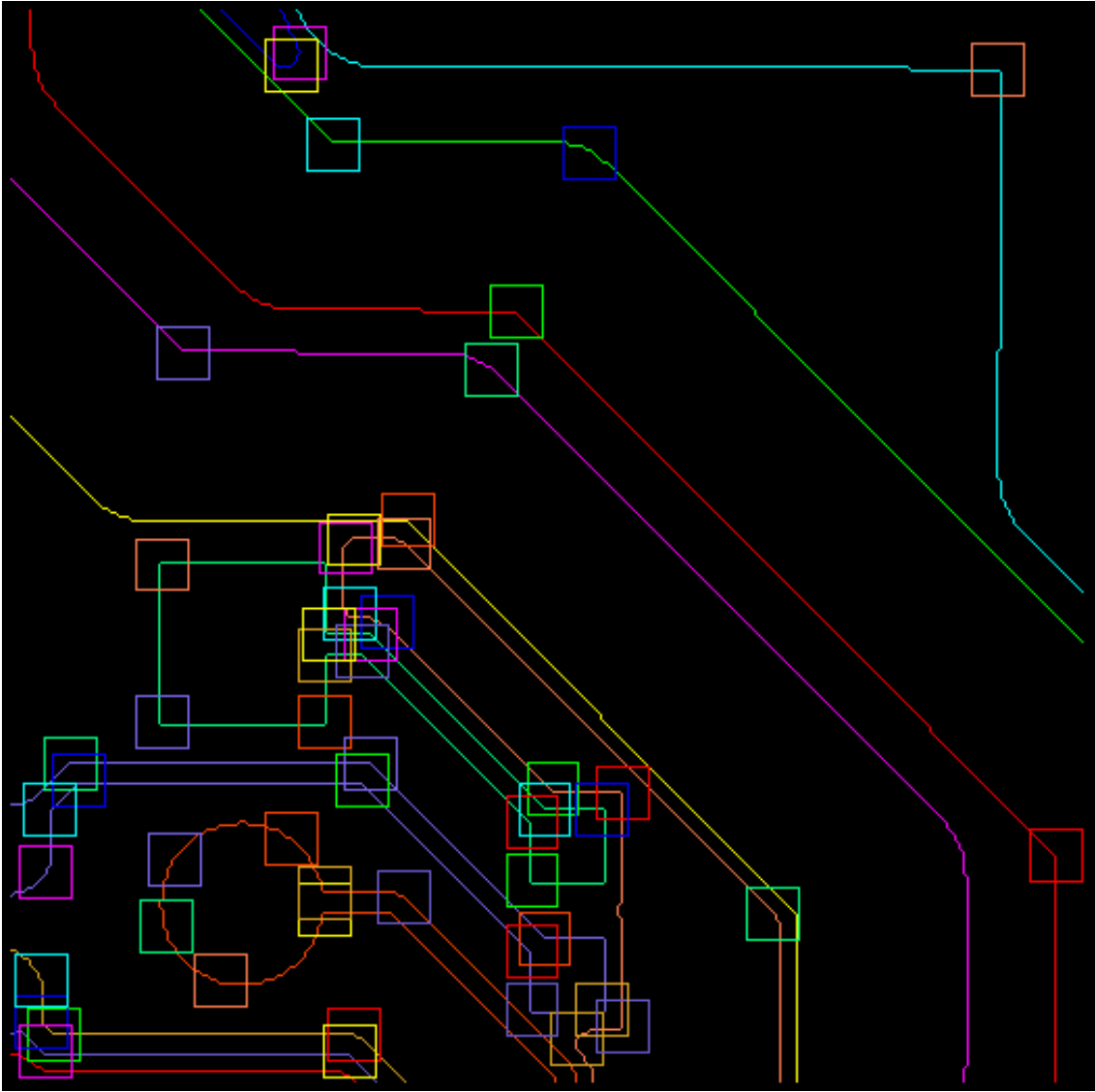
降採樣後的圖像



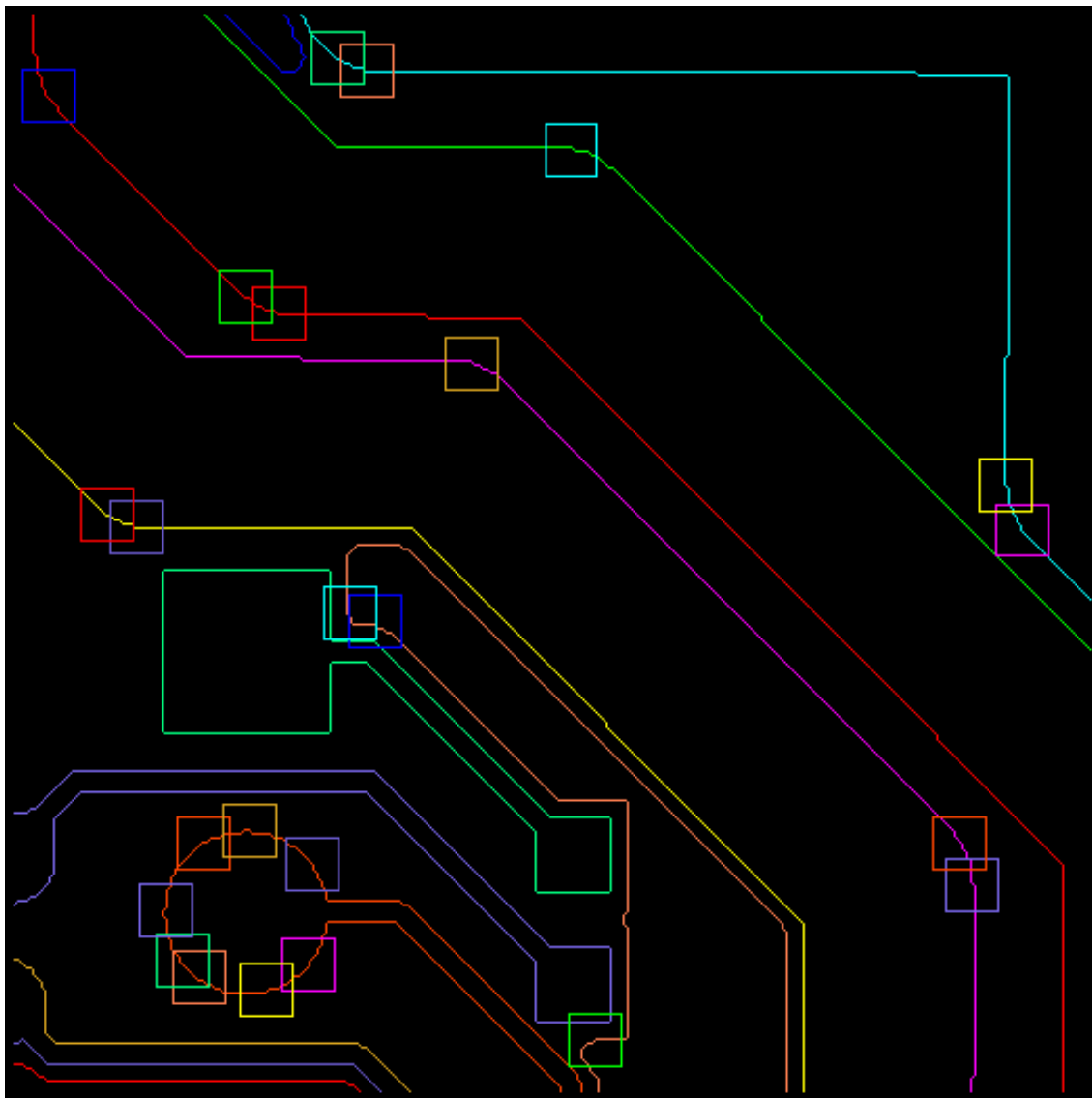
亞像素輪廓圖

XLD代表亞像素精度的邊緣輪廓和多邊形，並不是沿著像素與像素交界的地方，而是經過插值之後的位置。

2.2.3 獲得備選定位核



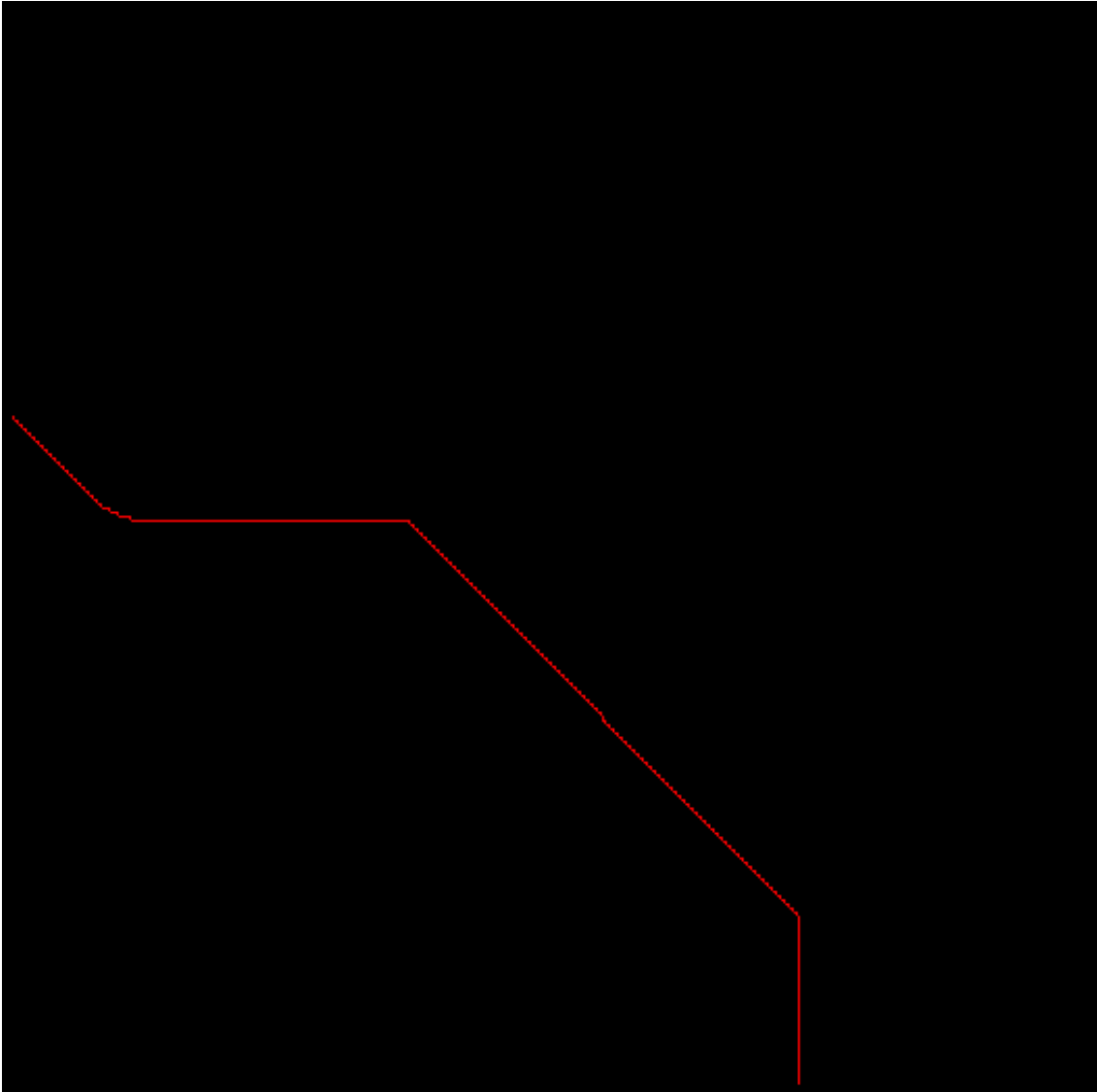
全功能型定位核



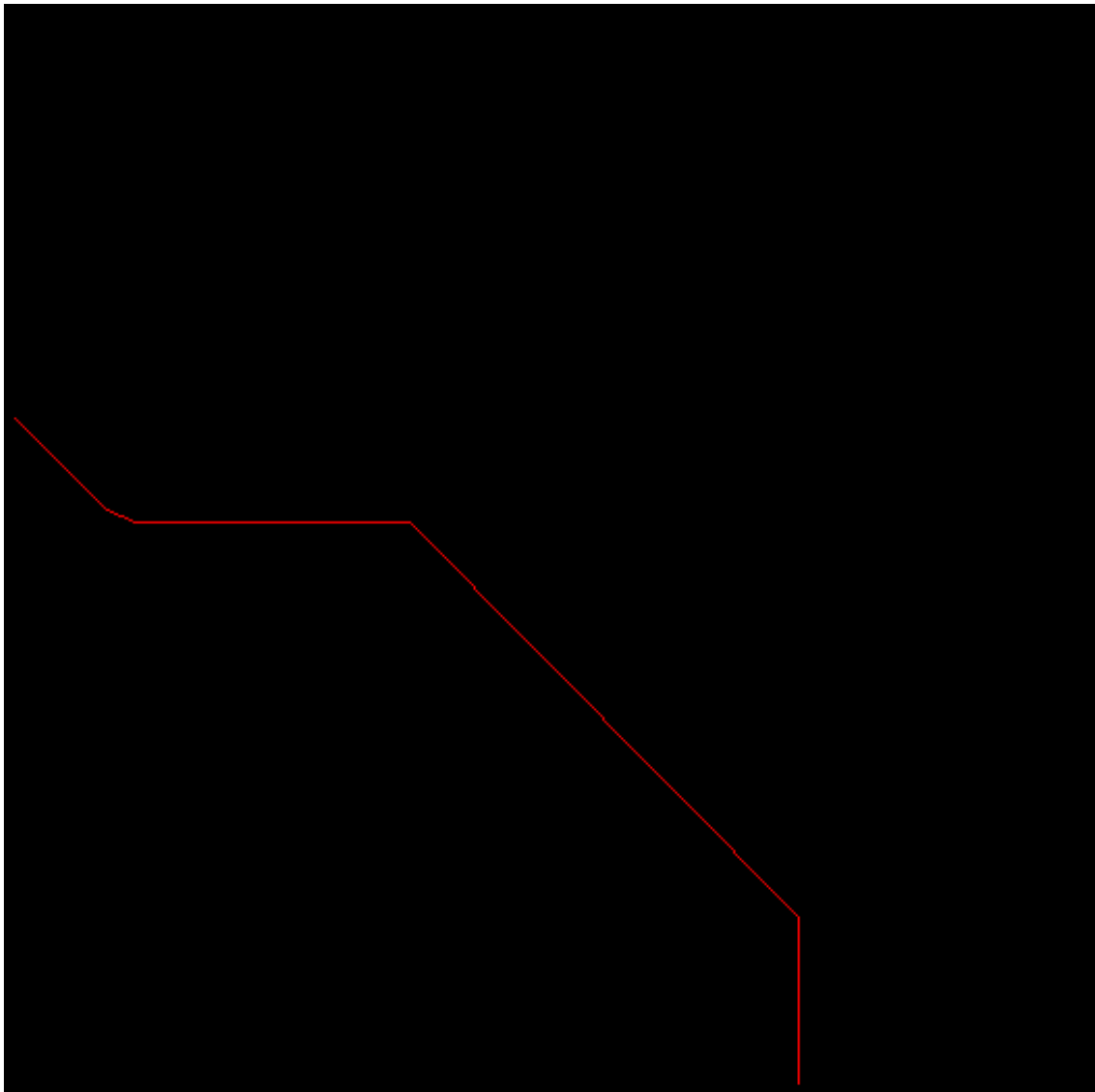
單方向定位核

實現流程：

- 將亞像素輪廓XLD轉為多邊形輪廓XLD (Ramer算法) ；

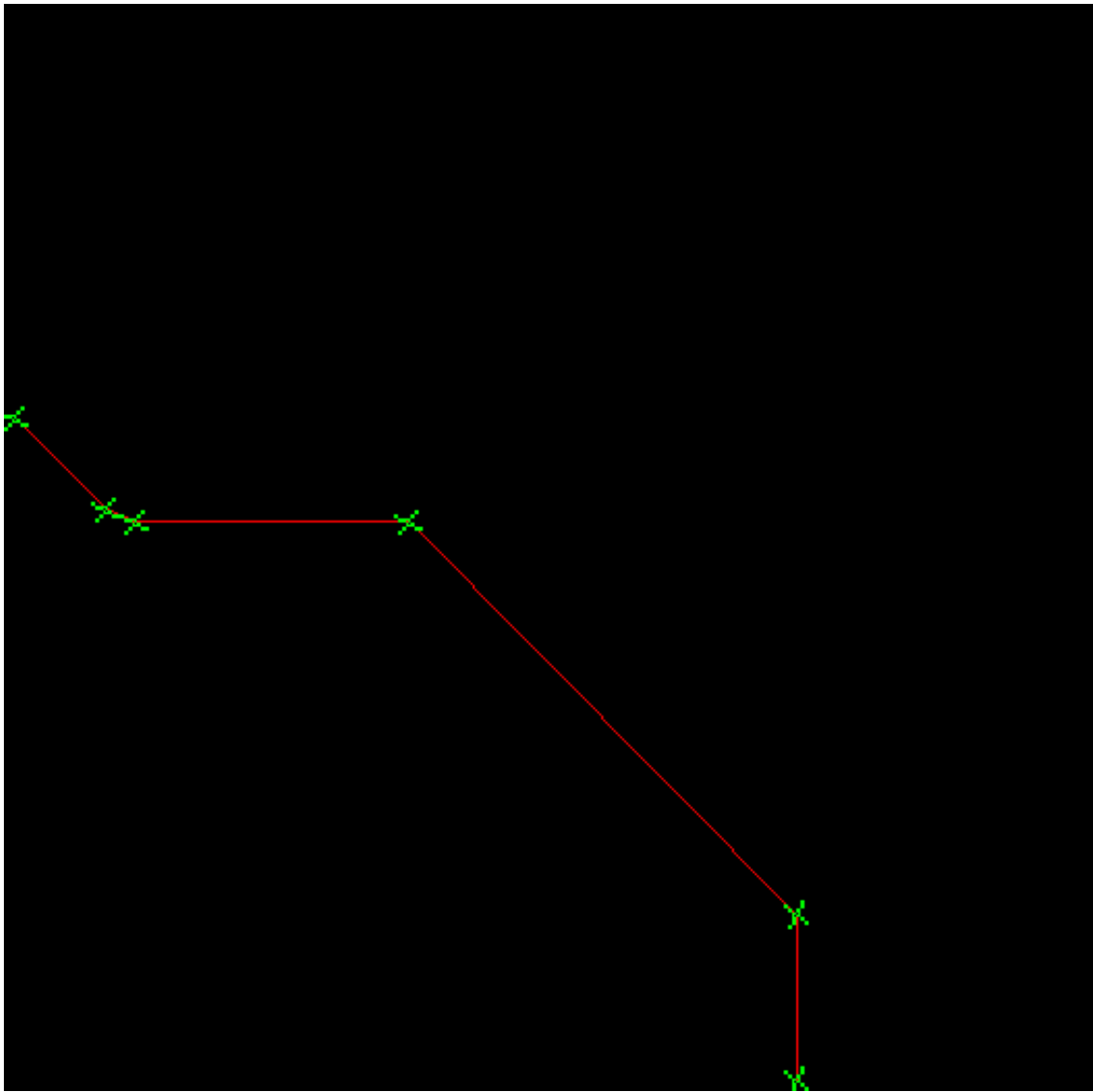


亞像素輪廓XLD



多邊形輪廓XLD

- 遍歷多邊形輪廓XLD，依次獲取多邊形輪廓對應的N個離散點、N-1個角度，併計算當前離散點即拐點對應的夾角Angle。這些離散點就是各個疑似定位核的中心點；



離散點即拐點圖示

- 通過拐點夾角Angle計算各自的正交值Orthogonality，超過設定的分值加入待選的全功能型定位核中，否則加入到單向定位核中，其中：

$\text{Orthogonality} = \text{abs}(\text{Angle} - \text{ORTHANGLE}) / \text{ORTHANGLE}$ 。其中： $\text{ORTHANGLE} = \text{PI}/2$ ；

2.2.4 全功能型定位核选取

实现流程：

- 按照正交分值从大到小排序；
- 依次验证唯一性（在一定范围内进行模板匹配，判断找到的数目是否为1），找到要求的数目即返回；

2.2.5 组合型定位核选取

若没有找到符合条件的全功能型定位核，或找到的数目不够，则选取满足条件的组合型定位核。

实现流程：

- 对剩余的定位核进行排序（全功能型定位核按照正交值从大到小排序，单向定位核按照水平、垂直、任意方向的类别依次排序）；
- 找到所有符合组合型定位核条件的定位核组（两个），满足以下条件之一即可：

- 1 定位核组中至少有一个全功能型定位核；
- 2 若均是单向定位核，则根据两者的方向角度差计算正交分值，大于等于设定的正交值。

- 依次验证唯一性（在一定范围内进行模板匹配，判断找到的数目是否为1），找到要求的数目即返回；

单向定位核判断是否满足组合条件的流程如下：

- Step1：单向定位核按照水平、垂直、任意方向的类别依次排序，类别相同则按照归一化后的角度从小到大排序；
- Step2：去除相邻角度相同的定位核（仅保留一个），得到不同方向的定位核组；
- Step3：遍历定位核组，两两计算对应的夹角，筛选出满足正交分值的定位核组对（两个）；
- Step4：按照每组对的正交分值进行排序；
- Step5：遍历所有的组对，每组找到对应的所有的单向定位核，依次计算定位核的距离是否满足最小值，若满足直接返回，否则找到为止。

2.2.6 单向定位核选取

- 实现流程：
- 单向定位核按照水平、垂直、任意方向的类别依次排序，返回第一个。

03 模块输出

可将模块封装成独立的dll，接口函数如下：

类型	函数名	功能说明
参数设置	SetSampleStep	设置抽样步长
	SetOffset	设置搜索范围
	SetLocationRotate	设置旋转相关参数（验证定位核局部唯一性）
	SetKernelNum	设置找到定位核的最大数目
	SetLocationSize	设置定位核的尺寸
	SetMinScore	设置找到定位核的最小分数

运行	Execute	执行定位核的搜索

结果	GetMainKer	获得找到的定位核相关信息
----	------------	--------------

參數界面如下所示：

自动定位参数

定位核选取参数

核尺寸：144 像素

粗搜索层次：4

定位核数目：1 (1~N)

横向搜索范围：20 像素 纵向搜索范围：20 像素

正交性分值：0.4 (0~1.0) 唯一性分值：0.8 (0~1.0)

最小中心距离比例：2 (0~)

验证唯一性参数

定位工具类型：NCC

☐ 是否考虑旋转 旋转角度：-1 °C ~ 1 °C

确定 取消

—THE END—

下載1：Pytorch常用函數手冊

在「**OpenCV與AI深度學習**」公眾號後台回復：**Pytorch函數手冊**，即可下載學習全網第一份Pytorch函數常用手冊，包括Tensors介紹、基礎函數介紹、數據處理函數、優化函數、CUDA編程、多處理等十四章內容。

下載2：145個OpenCV實例應用代碼

在「**OpenCV與AI深度學習**」公眾號後台回復：**OpenCV145**，即可下載學習145個OpenCV實例應用代碼（**Python和C++雙語言實現**）。

CV相關內容討論交流歡迎加入微信交流群！



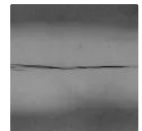
覺得有用，記得點個贊和在看啲



喜歡此內容的人還喜歡

鋼鐵平面焊接的缺陷檢測案例【附代碼】

OpenCV與AI深度學習



實戰| 紅酒瓶標籤曲面展平+文字識別(附源碼)

OpenCV與AI深度學習



梯度下降的可視化解釋(Adam · AdaGrad · Momentum · RMSProp)

OpenCV與AI深度學習

