

1. 校正透視變形

1.1. 以適當閾值進行二值化，並尋找輪廓 (圖 1)

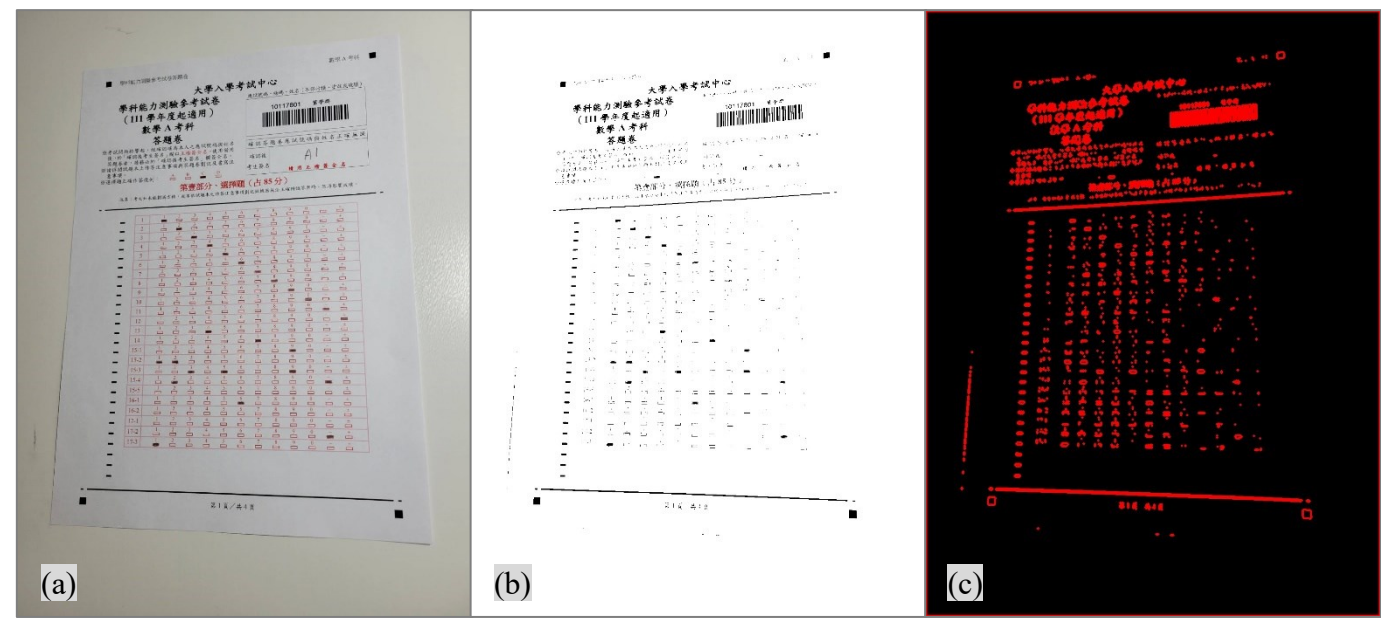
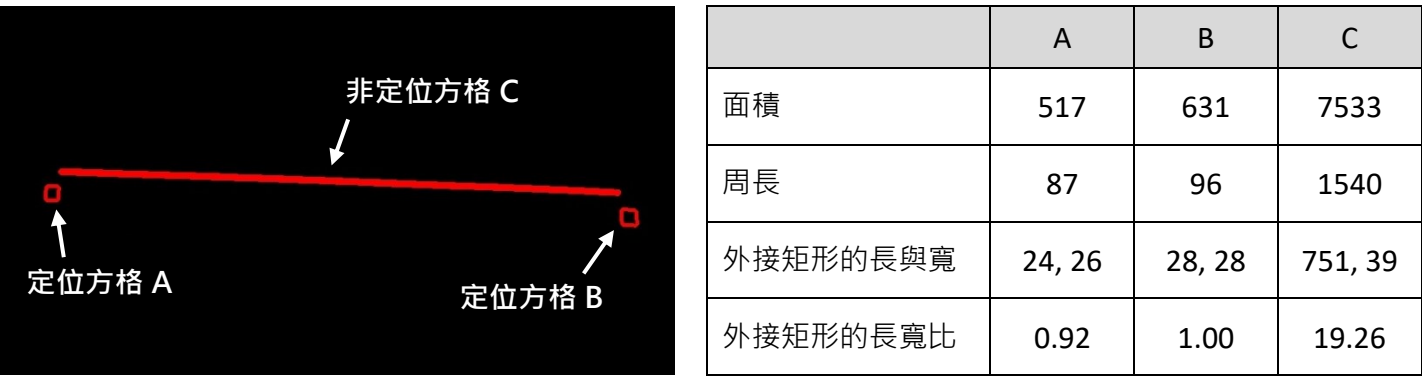


圖 1 尋找輪廓 (a) 原圖；(b) 二值化後；(c) 尋找出的輪廓

1.2. 以定位方格的基本屬性過濾掉多餘的輪廓 (圖 2、圖 3)



	A	B	C
面積	517	631	7533
周長	87	96	1540
外接矩形的長與寬	24, 26	28, 28	751, 39
外接矩形的長寬比	0.92	1.00	19.26

圖 2 比較「定位方格」與「非定位方格」的基本屬性

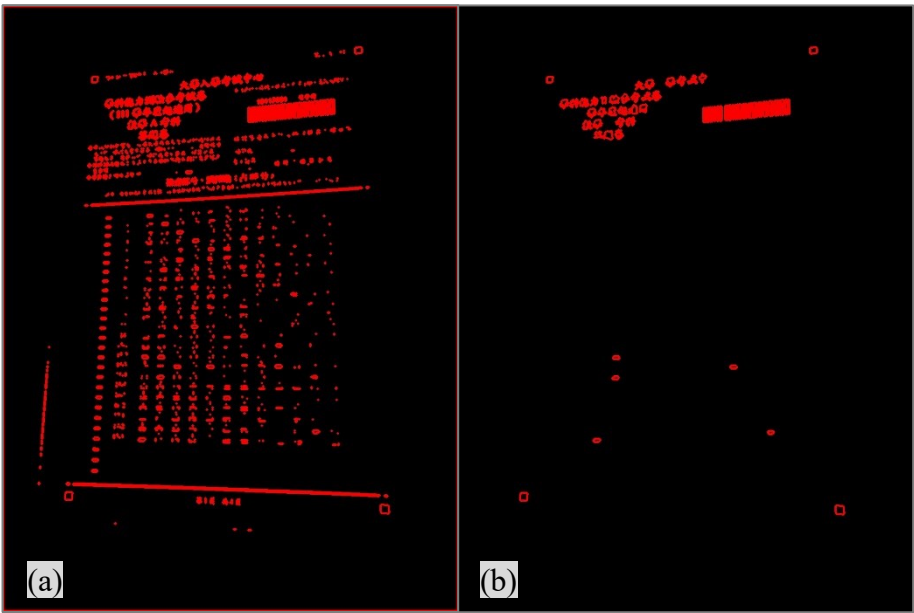


圖 3 篩選輪廓 (a) 原本的輪廓；(b) 過濾後的輪廓

1.3. 在所有構成輪廓的點中，尋找位置最左上/右上/左下/右下者，即為定位點（圖 4）

以尋找左上角的定位點為例，可使用以下任一方法：

- (1) 方法一：計算每個點與 $(0,0)$ 的距離，最小者即為最左上角的點，也就是左上角的定位點。
- (2) 方法二：計算每個點 $x + y$ 的值，最小者即為最左上角的點，也就是左上角的定位點。

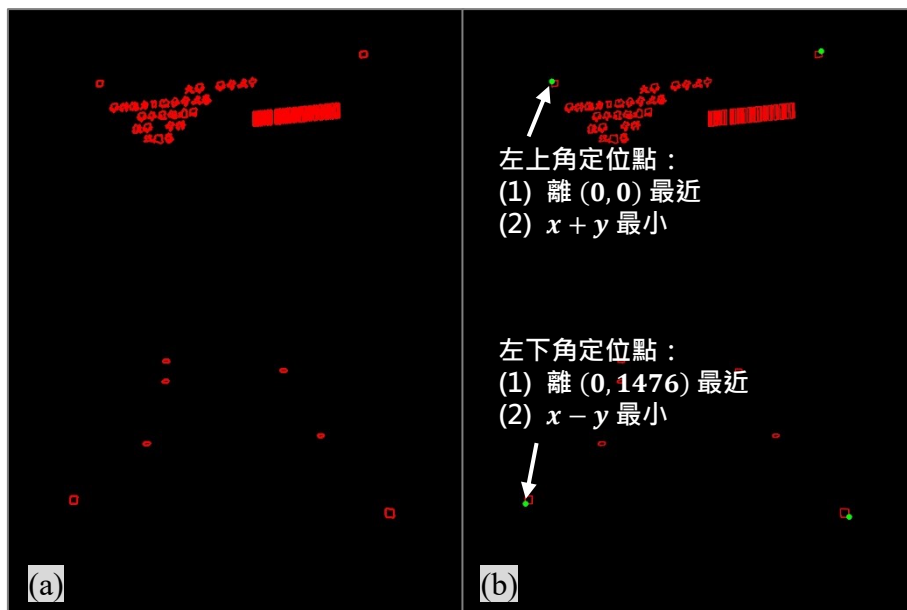


圖 4 尋找定位點 (a) 過濾後的輪廓；(b) 找出的定位點（綠點）

1.4. 進行透視變換，映射至大小為 $(210 \times 5, 297 \times 5)$ 的圖像（此大小與 A4 等比例）（圖 5）

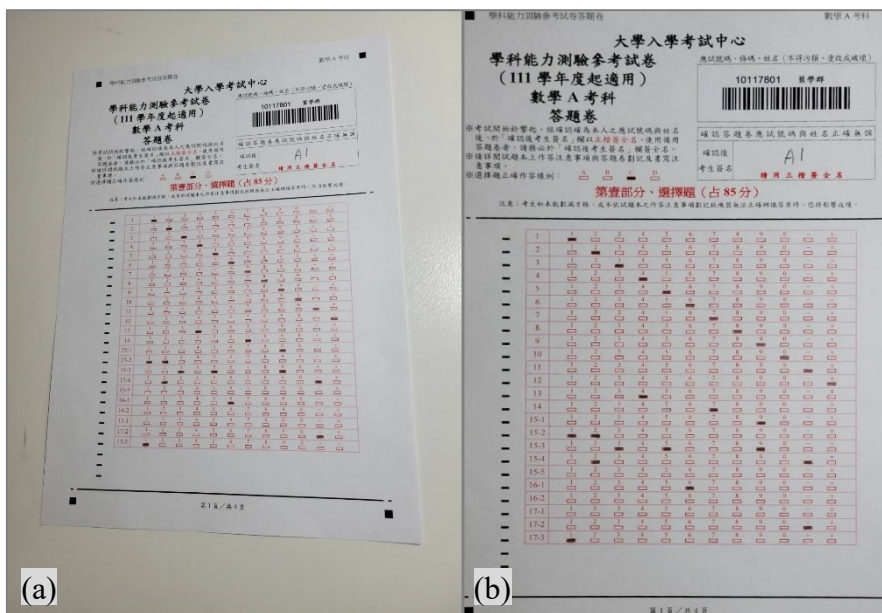


圖 5 透視變換 (a) 原圖；(b) 經透視變換後的圖

2. 辨識答案卡劃記

2.1. 裁剪出要分析的部分 (圖 6)

校正後的答案卡，作答區位置是固定的，因此可以直接裁切出想要的範圍。

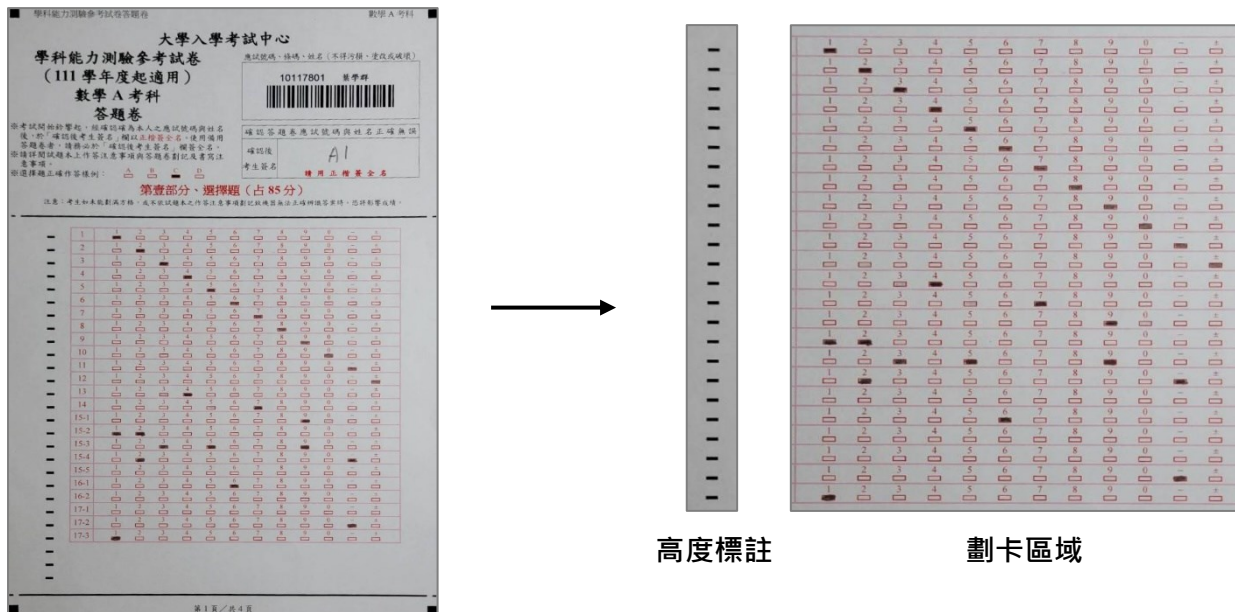


圖 6 裁切答案卡

2.2. 二值化並尋找輪廓，然後以劃卡方格的基本屬性過濾掉多餘的輪廓 (圖 7)

此步驟類似於步驟 1.1 及 1.2，可以回頭參考。經此步驟後，將只剩下**所有的「有劃記方格」**及**部分的「無劃記方格」**的輪廓，**每個輪廓代表一個劃卡方格**。

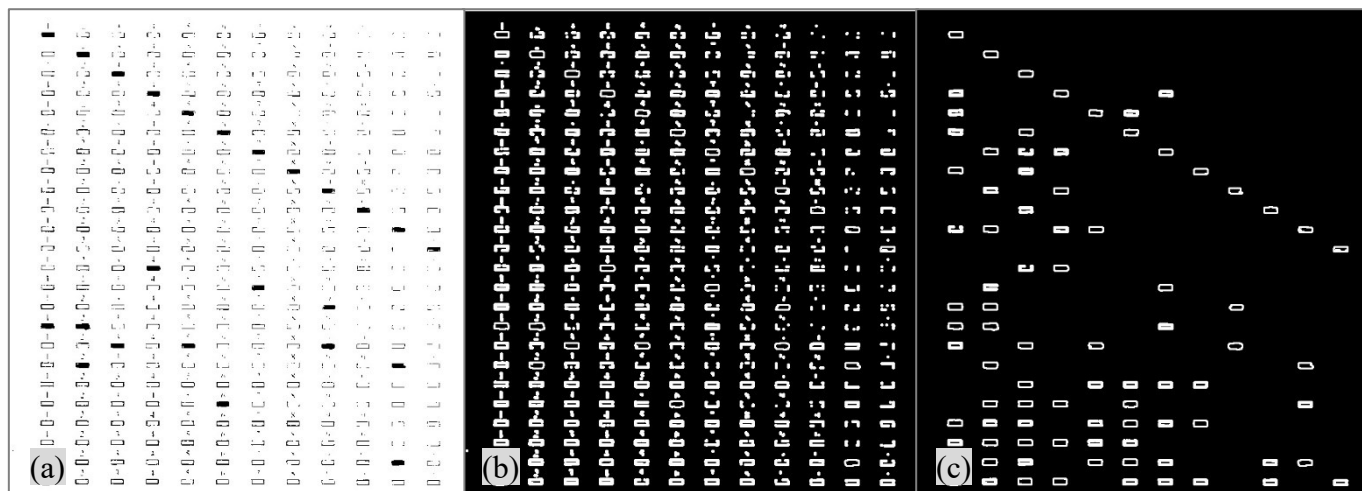


圖 7 尋找劃卡方格的輪廓 (a) 對劃卡區域二值化；(b) 尋找出的輪廓；(c) 過濾後的輪廓

2.3. 尋找輪廓的外接矩形，在二值化圖像中裁切出一個個劃卡方格 (圖 8)

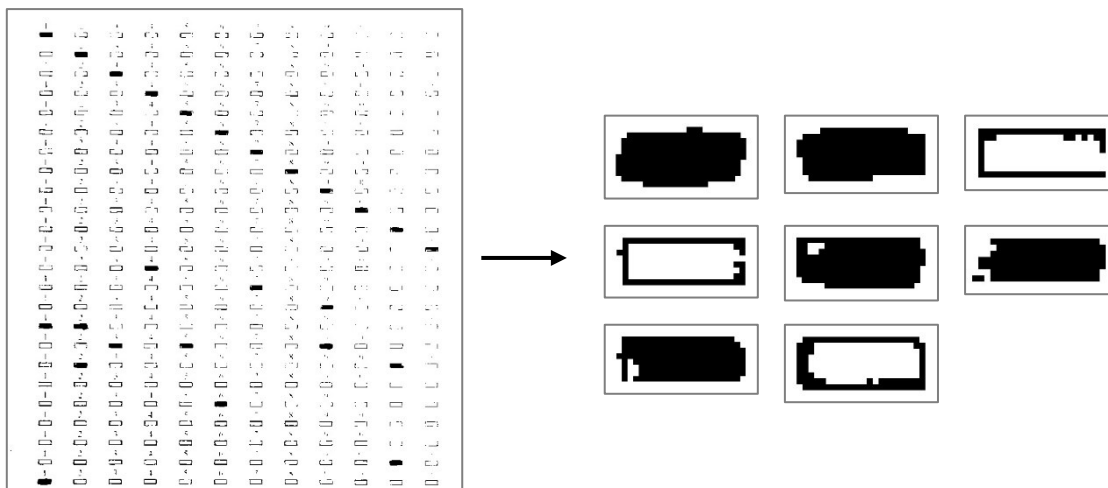


圖 8 裁切出劃卡方格

2.4. 判斷每個劃卡方格是否有劃記 (圖 9)

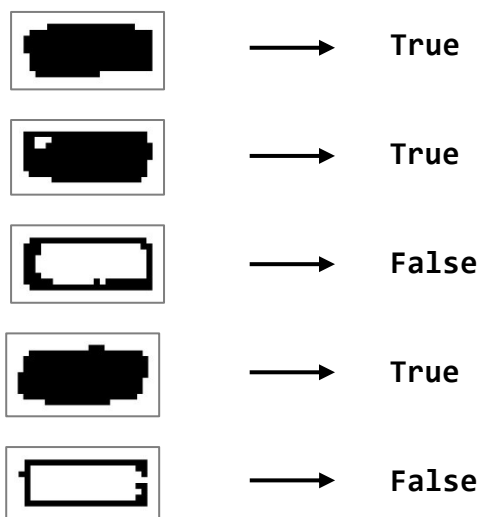


圖 9 判斷劃卡方格是否有劃記

2.5. 對「高度標註」部分同樣進行 2.2 到 2.4 步驟，作為題目高度參考

2.6. 對於有劃記的方格，由其坐標配合前一步驟求出的題目高度，求出劃記的是哪題的哪個選項