

財團法人臺中市澄德科技教育基金會
2021 大專校院機電暨智慧創意實作競賽
作品設計及製作成果報告書

(熊貓眼)

(AI 個人化醫療輔助分析軟體)

110 年 5 月 14 日

目錄

摘要.....	1
壹、前言.....	1
貳、設計概念	1
一、一鍵分析細胞數量與面積	1
二、自定義細胞分析	1
三、簡潔易操作的介面設計	2
參、創意實現方法	3
肆、作品架構	3
一、Start 頁面	3
二、Save IMG 頁面	5
三、Adjust 頁面	5
伍、功能簡介與實作原理	6
一、影像濾波 Filter	6
二、影像處理	9
三、AI 辨識	13
四、影像分析	13
五、藍芽與雲端上傳	16
六、框選與圖表分析	17
陸、實作結果及其應用性	18
柒、SWOT 分析	23
捌、各項軟硬體經費及使用分析	24
玖、參考資料	26

摘要

因近年來物聯網和 5G 技術的發展，家庭醫療裝置也逐漸蓬勃，而本團隊透過電腦視覺和 AI 的技術提供每個家庭能夠快速檢測健康的方法，AI 細胞分析儀為本團隊和學校實驗室合作研發的裝置。此分析儀能夠將即時取得到的動物細胞進行拍攝及分析，共分成兩種分析的類別。第一種分析為，將拍攝後的細胞影像透過 AI 做出辨識和框選，並用直方圖做圖像中細胞數量及各面積顯示。第二種分析為辨識技術，是透過螢光染劑染色細胞，分別對死、活細胞的分類進行計數，此技術亦可推廣到不同種細胞分類。最終將及時分析結果透過藍芽傳輸到手機，或是上傳到雲端病歷資料庫中，協助醫生能在遠端取得用戶分析結果。

壹、前言

有鑑於近年來全球性病毒的盛行，進出醫院都將是高風險，個人化醫療能提供安全、便利的檢測，因此在後疫情時代，將成為未來趨勢。此裝置運用 AI 及影像辨識的技術，建立快速的細胞（如：口腔中黏膜中的細胞）辨識與分析功能，透過與醫院、診所合作，將分析後的資訊透過遠端傳輸到病歷資料庫，期望能協助特定病徵作立即分析，並透過遠端專業諮詢，提供安全又便宜的醫療選擇。

貳、設計概念

一、一鍵分析細胞數量與面積

若能取得多張同種類型照片（同種細胞種類、光源、焦距…），就能調整並固定各種影像處理參數，並在下次拍得類似照片後，一鍵分析與計算，節省針對特定細胞照片分析的時間。

二、自定義細胞分析

可透過使用者介面上的調整捲軸自行調整各種影像參數（如濾波結構矩陣的大小、二值化閥值、形態學處理矩陣大小…等），也能夠根據不同細胞類型選擇不同的輪廓框選方式。

透過自定義的方式，我們的軟體可以應付各種類型的細胞照片。

三、簡潔易操作的介面設計

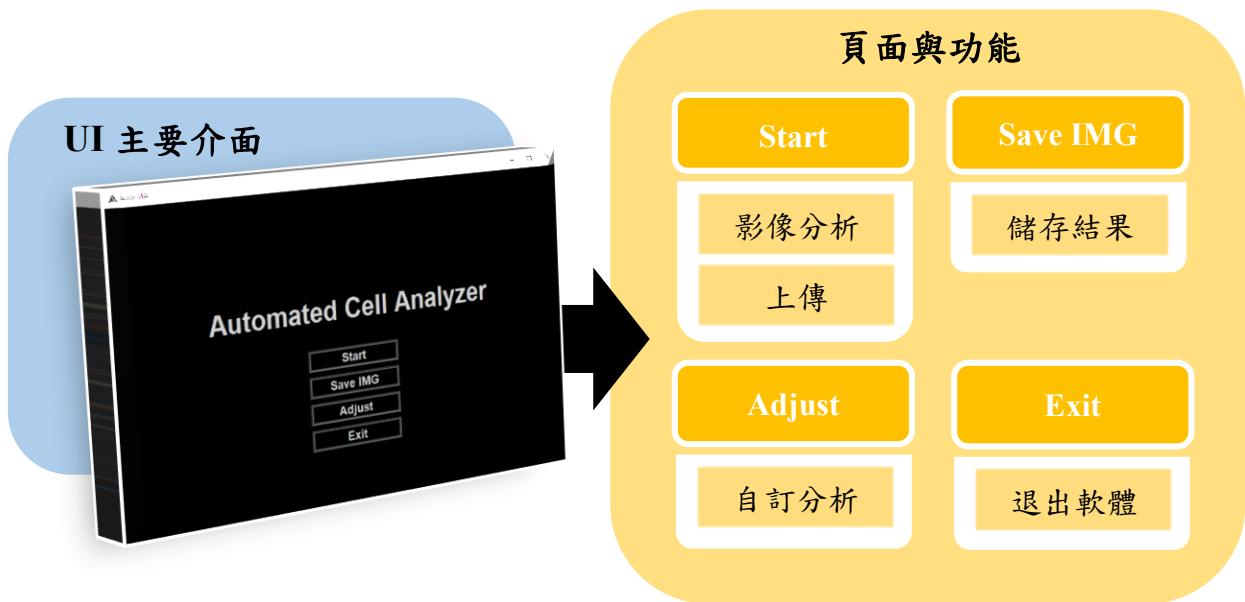
相較於商用軟體 ImageJ，我們將各種功能整合，減少處理單張照片所需的繁瑣步驟，雖然在使用範圍上不及 ImageJ，但對於實驗室或居家醫療上的初步分析，能減

少使用上的窒礙。

參、創意實現方法

將採集的組織放在玻片上，放入光路中，透過樹莓派相機拍攝細胞照片，並即時在樹莓派的 mcu 上進行處理，利用神經網路（yolo3）辨識並分類細胞，撰寫 python 程式進行影像的優化。將光路、相機、微電腦以及螢幕整合成一台機器，並在簡潔的使用者介面上進行操作，不僅減少設備佔用的體積，一台機器就能完成所有工作，大大降低使用的難度，未來有望推廣成實驗室用的分析儀或是偏鄉義診與居家型醫療檢測儀器，讓使用者能更方便進行初步的細胞檢測。

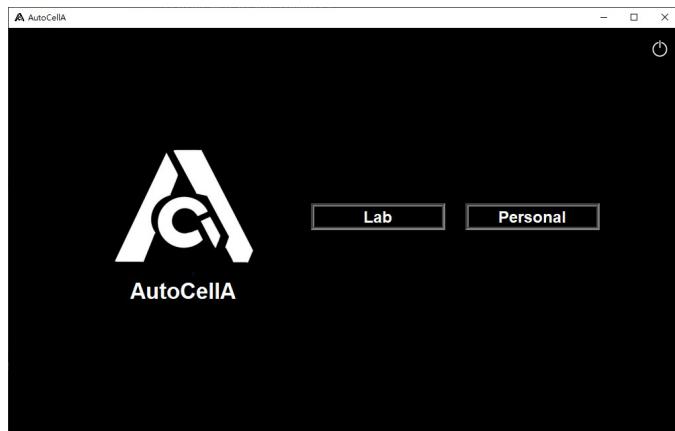
肆、作品架構



一、登入介面

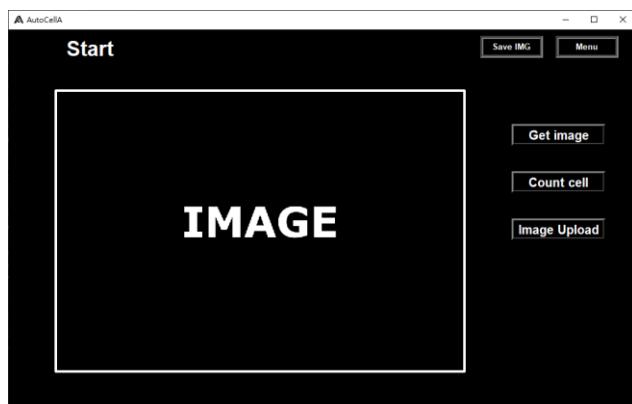
在選擇使用用途後，會進入上圖所示的 UI 主要介面

- Lab: 實驗室使用，可以針對不同藥物，檢測細胞對藥物的反應情況
- Personal: 個人使用，可針對不同病患與使用者建立個人的細胞檢測資料夾



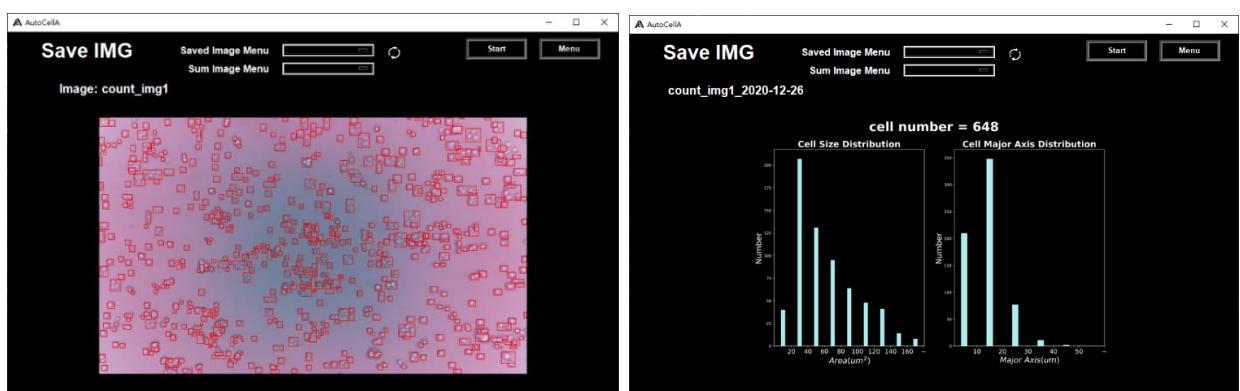
二、Start 頁面

- 輸入影像：選擇輸入一張或多張影像。
- 影像分析：一鍵分析影像中的細胞數目與面積。
- 上傳：選擇透過藍芽或上傳至雲端兩種方式傳輸結果。



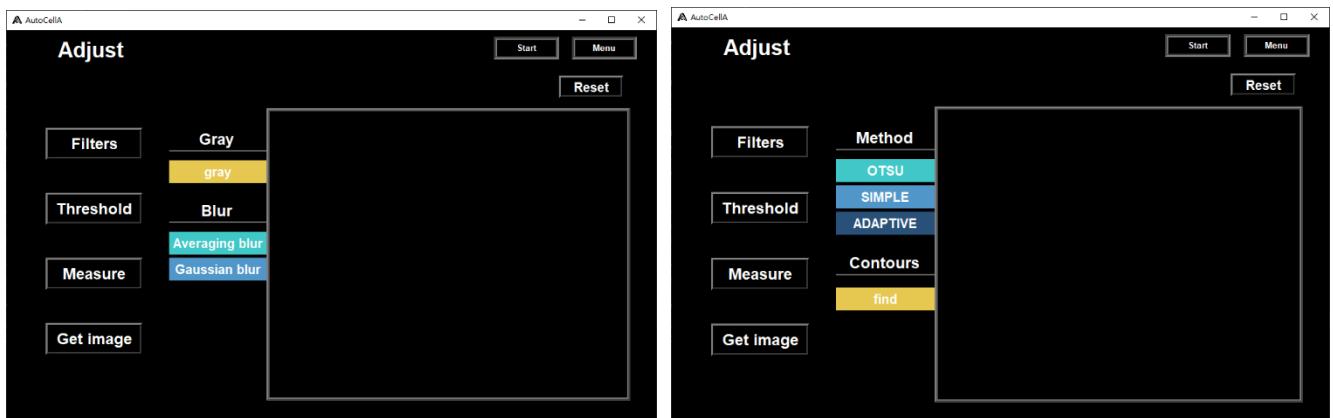
三、Save IMG 頁面

- 儲存計數結果：可檢視標有框選結果的細胞影像。
- 儲存分析結果：可檢視細胞的數量統計與直方圖分析結果。



四、Adjust 頁面

- 輸入影像：僅可輸入一張影像。
- 影像濾波：提供灰階化、模糊化等功能，方便使用者自行進行影像濾波，可即時檢視濾波結果。
- 影像處理：提供三種將影像二值化的方法，輔有影像處理功能，可即時檢視處理結果，並可預覽影像分析的框選結果。
- 影像分析：
提供三種影像分析方法，輔有圖片說明各種影像適用的方法。



伍、功能簡介與實作原理

以下將會進一步說明系統各項功能的內容，詳列預期實現的各項方法，並說明其特色與實作原理。

一、影像濾波 Filter

因拍攝的影像大多具有雜訊，需先進行影像濾波的動作，在影像濾波功能中，我們共使用三種，分成為**灰階化**、**模糊化**與**邊緣強化**，其中模糊化的濾波又可再細分為 Gaussian Blur (高斯模糊) 與 Average Blur (平均模糊)，邊緣強化則僅有 Laplacian Filter (拉普拉斯濾波)。

(一) 模糊化/低通濾波

模糊化的目的是降低影像的雜訊，雖然同時也會犧牲部分影像細節，但可以讓影像更平滑乾淨，使我們在做影像特徵判斷時的雜訊減少。

其原理是將某一像素當作中間像素，此中間像素與其周圍八個像素的值乘上加權比例後，加總除以權重和，將得到的數值作為中間像素的新灰階值，此舉動即是將中間與周圍的顏色混合，亦即產生的新灰階值會和周圍的色值相對原始的更為接近，利用此觀念與方法，反覆執行此動作直到對整張影像做完卷積，每個像素皆被賦予了新的灰階值，即完成影像的模糊化。

1. Gaussian Blur

(1) 特色

像素的權重比率會因距離中間像素的遠近而有所不同，越遠的影響越小、權重越小，越近的影響越大、權重越大。

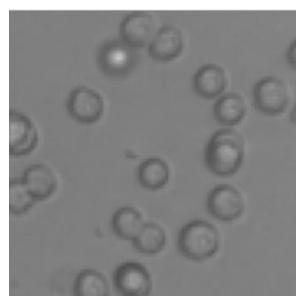
(2) 數學公式

a	b	c
d	e	f
g	h	i

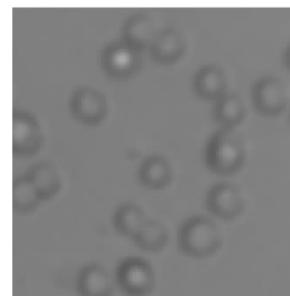
1	2	1
2	4	2
1	2	1

$$\text{new } e = \frac{(a * 1 + b * 2 + c * 1 + d * 2 + e * 4 + f * 2 + g * 1 + h * 2 + i * 1)}{16}$$

(3) 影像範例



原始灰階化細胞影像



高斯模糊後的細胞影像

2. Average Blur

(1) 特色

每個像素的影響力一致，會損失較多的特徵與細節，但模糊效果更顯著。

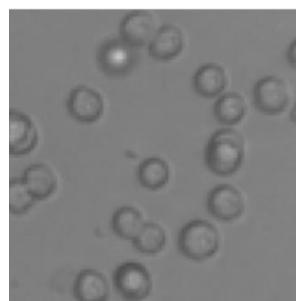
(2) 數學公式

a	b	c
d	e	f
g	h	i

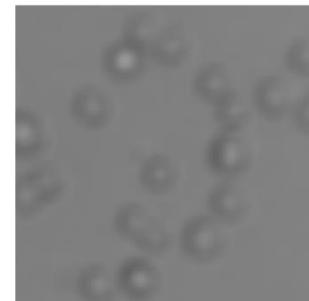
1	1	1
1	1	1
1	1	1

$$\text{new } e = \frac{(a * 1 + b * 1 + c * 1 + d * 1 + e * 1 + f * 1 + g * 1 + h * 1 + i * 1)}{9}$$

(3) 影像範例



原始灰階化細胞影像



均值模糊後的細胞影像

(三)邊緣強化/高通濾波

1. Sobel High-Pass Filter :

(1) 數學公式

$$kernel_x =$$

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

$$kernel_y =$$

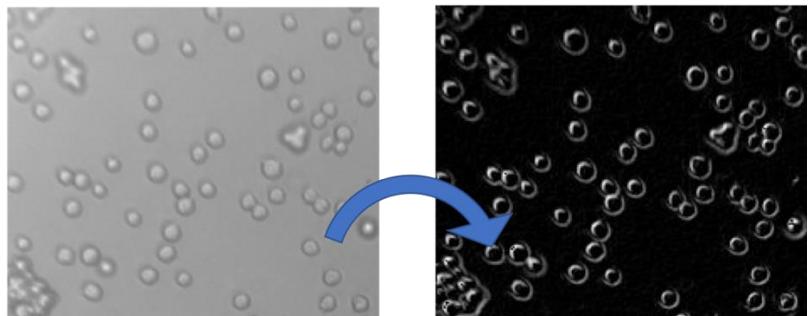
1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

$$G_x = kernel_x * img$$

$$G_y = kernel_y * img$$

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

(2) 影像範例：



2. Laplacian Filter :

(1) 特色

拉普拉斯濾波是二次微分，因此可以得到原本一次微分時無法得到的特徵與細節，達到更好的邊緣強化的效果。

(2) 數學公式與說明

$f(x-1,y-1)$	$f(x-1,y)$	$f(x-1,y+1)$
$f(x,y-1)$	$f(x,y)$	$f(x,y+1)$
$f(x+1,y-1)$	$f(x+1,y)$	$f(x+1,y+1)$

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

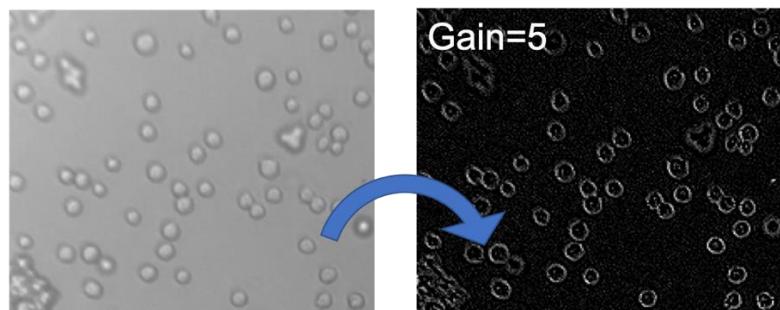
$$\nabla^2 f(x,y) = f(x+1,y) + f(x-1,y) + f(x,y+1) + f(x,y-1) - 4f(x,y)$$

$$g(x,y) = f(x,y) \pm \nabla^2 f(x,y)$$

$g(x,y)$ 為輸出影像，透過將明顯較暗或較亮的(在此的舉例為-4，是較暗)的中間像素與原影像疊加，更好的強化影像中的孤立點與端點，而這些灰度突然遽變的部分即為影像中的邊緣與特徵，因此拉普拉斯可以達到銳化影像的效果。

但拉普拉斯同樣的也會強化影像中的噪點，因此我們選擇對影像先做模糊化的動作，再進行拉普拉斯濾波可以得到較好的效果。

(3) 影像範例:



二、影像處理

在影像處理的功能中，我們分成二值化及尋找細胞輪廓兩部分。

二值化方面除了有三種方法可供選擇外，還能夠自行調整二值化的閥值以及做卷積時的 kernel 大小，並提供膨脹與腐蝕兩種影像處理功能，給予使用者極高的自由度，同時提高自定義細胞分析的精確性。

尋找細胞輪廓這個功能提供的是框選結果的預覽，其框選結果不會被儲存，目的是讓使用者在正式影像分析前可以先透過預覽檢查自定義的影像處理過程是否合適，為了因應不同的二值化方法，也提供了兩種框選細胞的方式供使用者選擇。

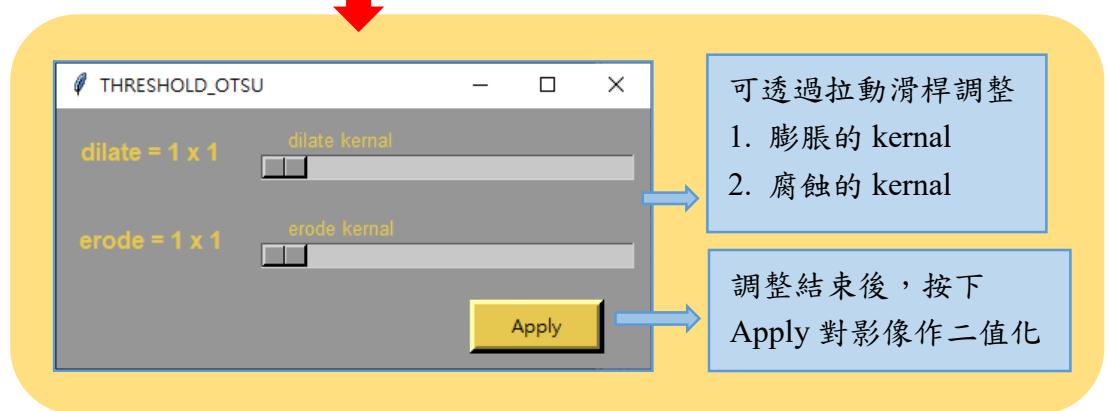
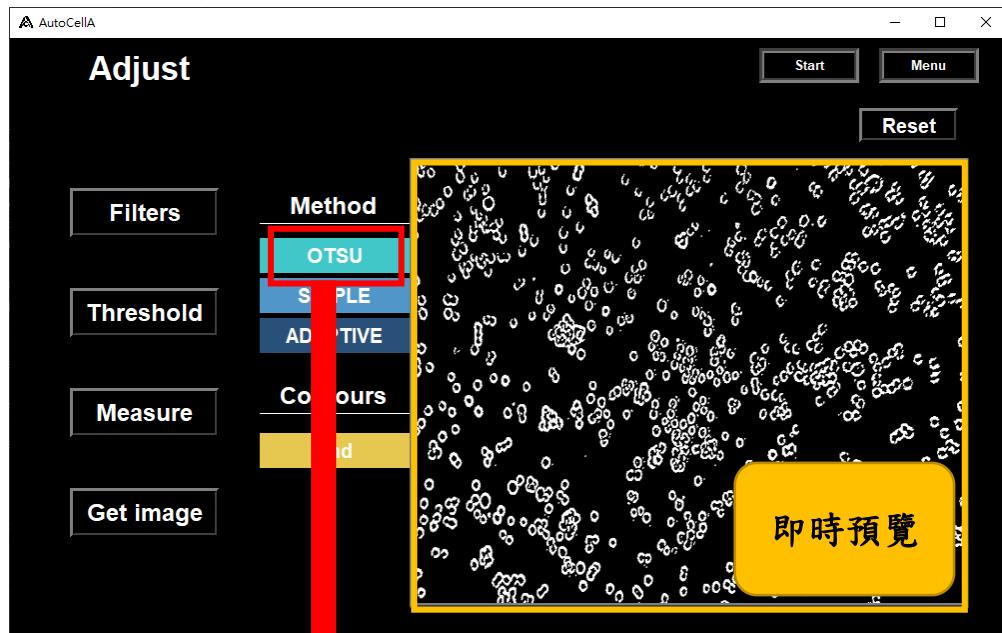
(一)二值化

在進行二值化之前，預期提供影像的灰度直方圖給使用者參考，實作上預期利用矩陣呈現影像與 kernel，並透過閥值、卷積將影像的顏色區分，修改矩陣成為 0 與 255 兩種數值來將影像二值化。

1. OTSU(大津二值化)

特色：適合灰度圖有明顯雙峰的影像。

由於 OTSU 方法會自動選擇最佳的二值化閥值，因此在自定義方面僅有膨脹與腐蝕兩種影像處理方式供使用者調整。

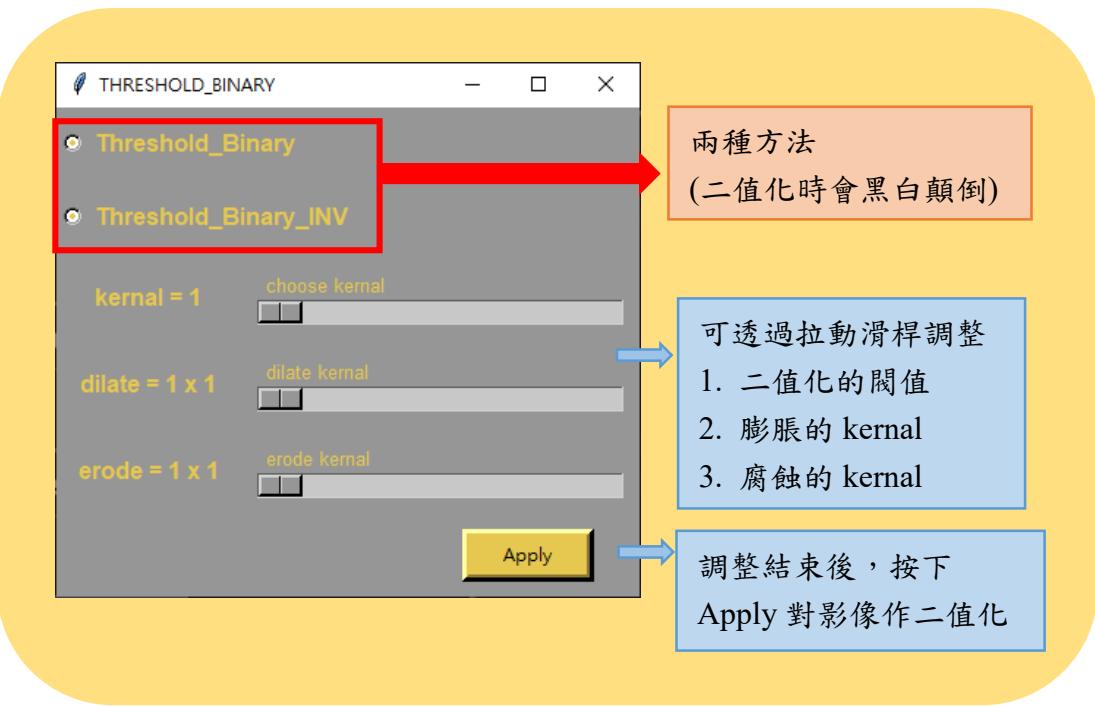


2. Binary

特色：對影像做全域的二值化，可以自行選擇閥值大小。

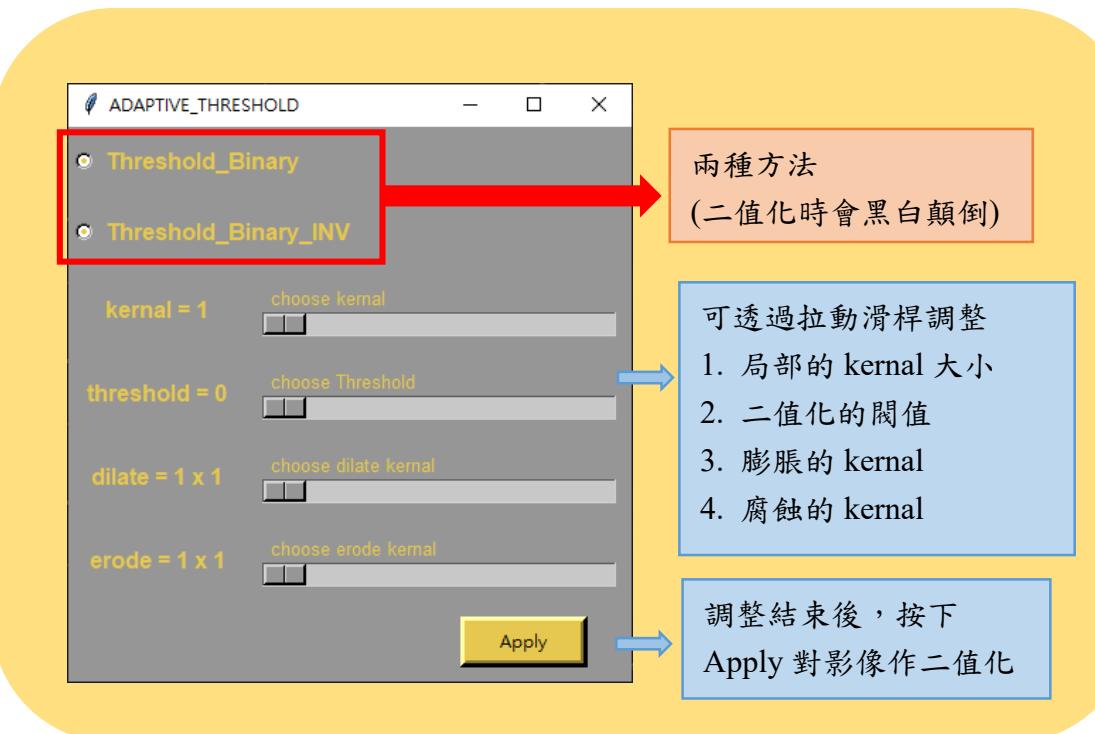
Binary 是利用將閥值以下的像素點設為 0 (黑色)，閥值以上的像素點設為 255 (白色)，來實現影像的二值化，而透過 Binary INV 二值化後的影像會和 Binary 的影像黑白相反。

影像處理方面同樣提供腐蝕與膨脹兩種影像處理方法。



3. Adaptive

特色：透過設定的 kernel 掃過影像，將影像分成多個局部區域進行二值化，可以自行選擇 kernel 與閥值大小。
影像處理方面同樣提供腐蝕與膨脹兩種影像處理方法。



(二) 尋找細胞輪廓

透過所撰寫的尋找輪廓演算法辨識並建立細胞輪廓，同時記錄下所有輪廓的位置點並繪製。

尋找輪廓演算法是在參考 Two Pass 演算法以及 Satoshi Suzuki 於 1983 年所發表的論文 Topological Structural Analysis of Digitized Images by Border Following 的基礎上，結合我們軟體自身的需求撰寫而成。

Two Pass 演算法適用於四連通與八連通的影像，透過掃描過的影像像素點決定當前像素的標籤值，並建立標籤之間的關係，依照標籤區分輪廓。

在此說明八連通影像的實現理念，首先將初始標籤設為 0，此代表背景的標籤值，第一次掃過整張照片(為二值化的影像)時，由左至右、由上至下，掃到的每個像素點會有四個已知標籤的鄰域像素點，若當前像素點灰階值為 0 則跳過，在當前像素點灰階值為 255 的情況下，依照下面兩個方法決定當前像素點的標籤值

- 如果鄰域像素點標籤皆為 0，則將標籤值加 1，並設為當前像素點的標籤值
- 如果鄰域像素點的標籤有非 0 的標籤，則賦予當前像素點鄰域中最小的標籤值

其中當鄰域像素點有兩個以上不同的非 0 標籤，則會建立這些標籤之間的關係並儲存。

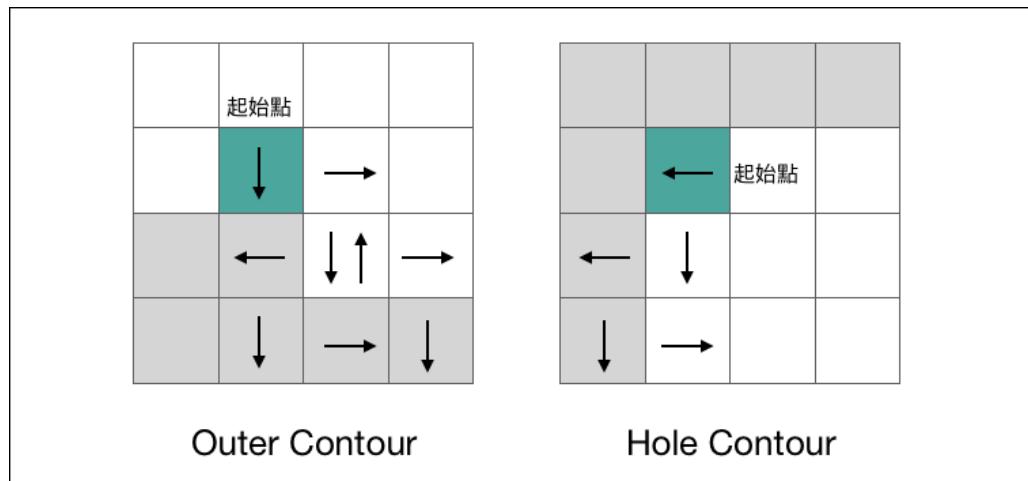
當第一次掃完整張照片後，進行第二次掃描，依照所建立的標籤關係與已轉換成標籤值的照片二維矩陣，將互有關係的標籤歸為同一個輪廓。

Satoshi Suzuki 的論文中則提供了關於尋找輪廓並建立輪廓層級關係的方法。

首先是找到輪廓邊界，由影像的左上方的像素點為第一個像素，依照 row-first 的順序掃描，影像的邊界必出現在兩個情況下，第一個是前一像素值為 0、當前像素值為 1，第二個是前一像素值大於等於 1、當前像素值為 0。

在找到輪廓的起始點後，會透過 Square tracing algorithm 為輪廓標上標籤並建立輪廓層級關係，Square tracing algorithm 只適用於四連通的影像。Square tracing algorithm 演算法會從輪廓的起始點開始，依照以下兩個原則找出內或外輪廓

- 如果當前像素值為 1，向左轉，前進一步，記錄走過的像素
- 如果當前像素值為 0，向右轉，前進一步，記錄走過的像素



資料來源: <https://medium.com/@pomelyu5199/findcontours-%E5%AF%A6%E4%BD%9C-opencv-7e9c45e645e>

如上圖所示，內外輪廓的建立方法會不同，且因為內輪廓永遠被外輪廓包圍，以此為原則建立輪廓的層級關係。

在我們軟體中，我們的演算法共提供了兩種輪廓層級關係的建立，分別如下

1. 建立外輪廓

特色：只建立一層輪廓，此輪廓為尋找輪廓時找到的最外層輪廓，適合用於細胞核不明顯以及細胞高度重疊的影像。

2. 建立內外輪廓

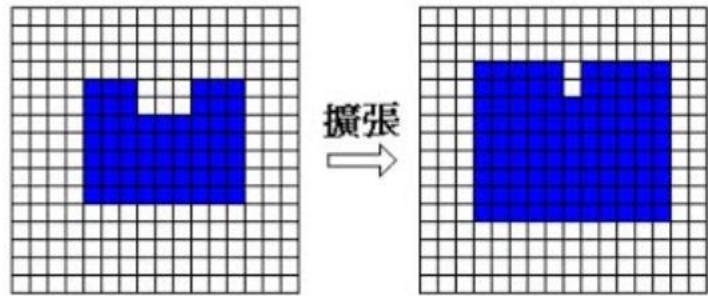
特色：建立兩層輪廓，外輪廓為尋找輪廓時找到的第一層輪廓，而在外輪廓內部的第二層輪廓即為第二層內輪廓，適合用於細胞核明顯的影像。

(三) 膨脹與腐蝕

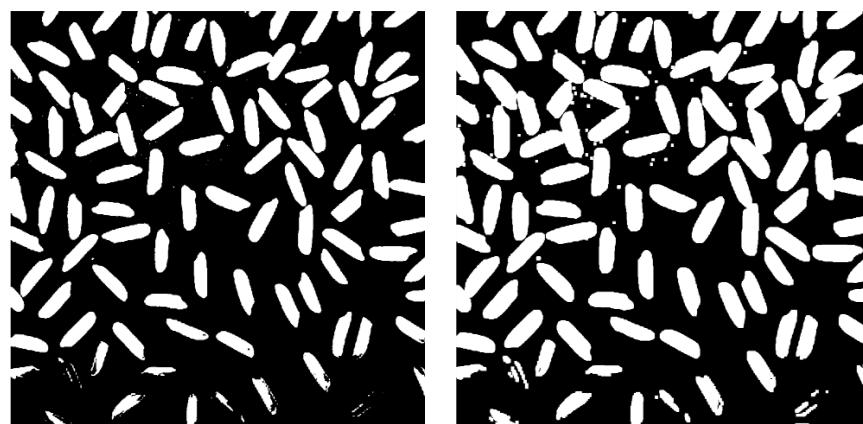
1. 膨脹原理(dilation):

在空間中分為兩集合 A 和 B，若 A 集合被 B 集合侵蝕，表示為 $A \oplus B$ ，當輸入像素及其周圍像素為對於結構元素為 1 的像素質有一個以上為 255 時，將輸入像素的值設為 255，運算後所得的結果會使影像看起來擴大，膨脹功能能填補細胞輪廓上的缺陷，利用結構元素將間隙填補。

示意圖:



影像範例:



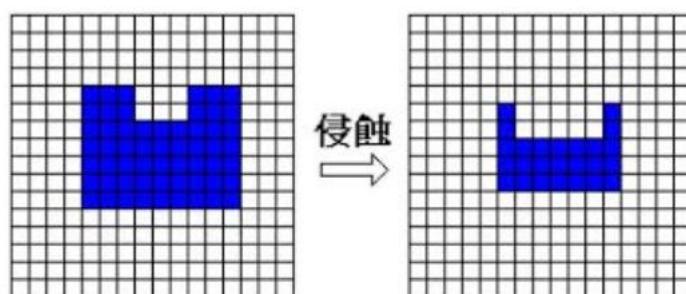
Original Image (rise)

Dilation Image

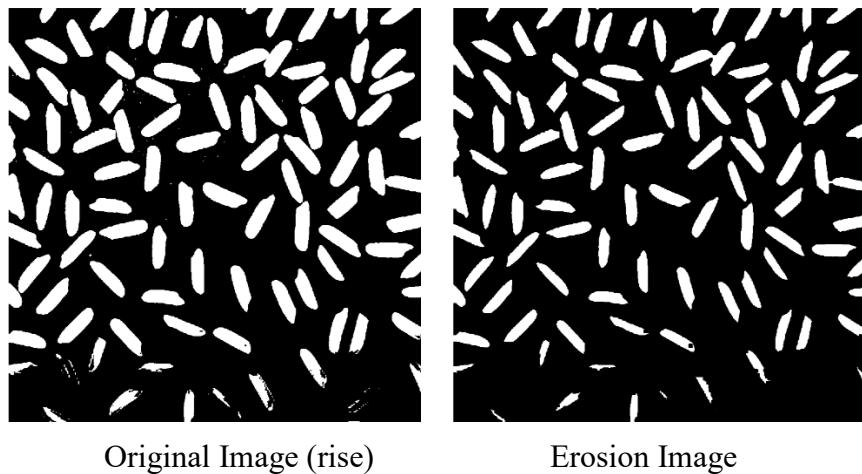
2. 腐蝕原理:

在空間中分為兩集合 A 和 B，若 A 集合被 B 集合侵蝕，表示為 $A \ominus B$ ，當輸入像素及其周圍像素相對於結構元素為 1 的像素值皆為 255，則將輸入像素的值設為 255，運算後結果會使影像看起來收縮，可以將影像中的躁點、雜訊部份去做去除的動作。

示意圖:



影像範例:



三、AI 辨識

使用 yolo v3 做細胞影像辨識的訓練並建立模型，有效改善在高度重疊細胞上的分辨以及辨識各類細胞的功能。

四、影像分析

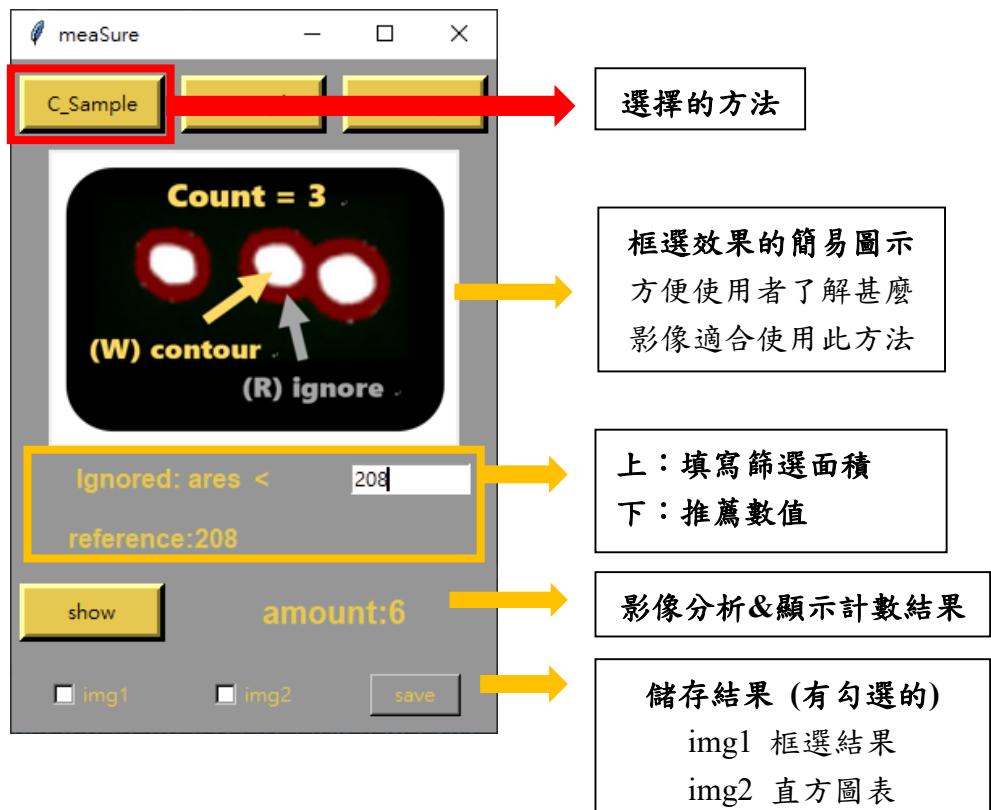
影像分析是基於細胞輪廓尋找的結果，在尋找細胞輪廓時，會利用矩陣記錄每個輪廓並給予編號，同時記下輪廓圈出的面積、左上座標與長寬，影像分析功能目地為因對各種影像中產生的雜訊，以及不同影像處理方法建立不同的輪廓關係，並在建立輪廓後做面積篩選以及局部放大做二次的分析，提高細胞計數、分析的準確度。

影像分析上依輪廓的建立方式分成兩種，同時針對只建立一層輪廓的方式提供進階分析的選項。

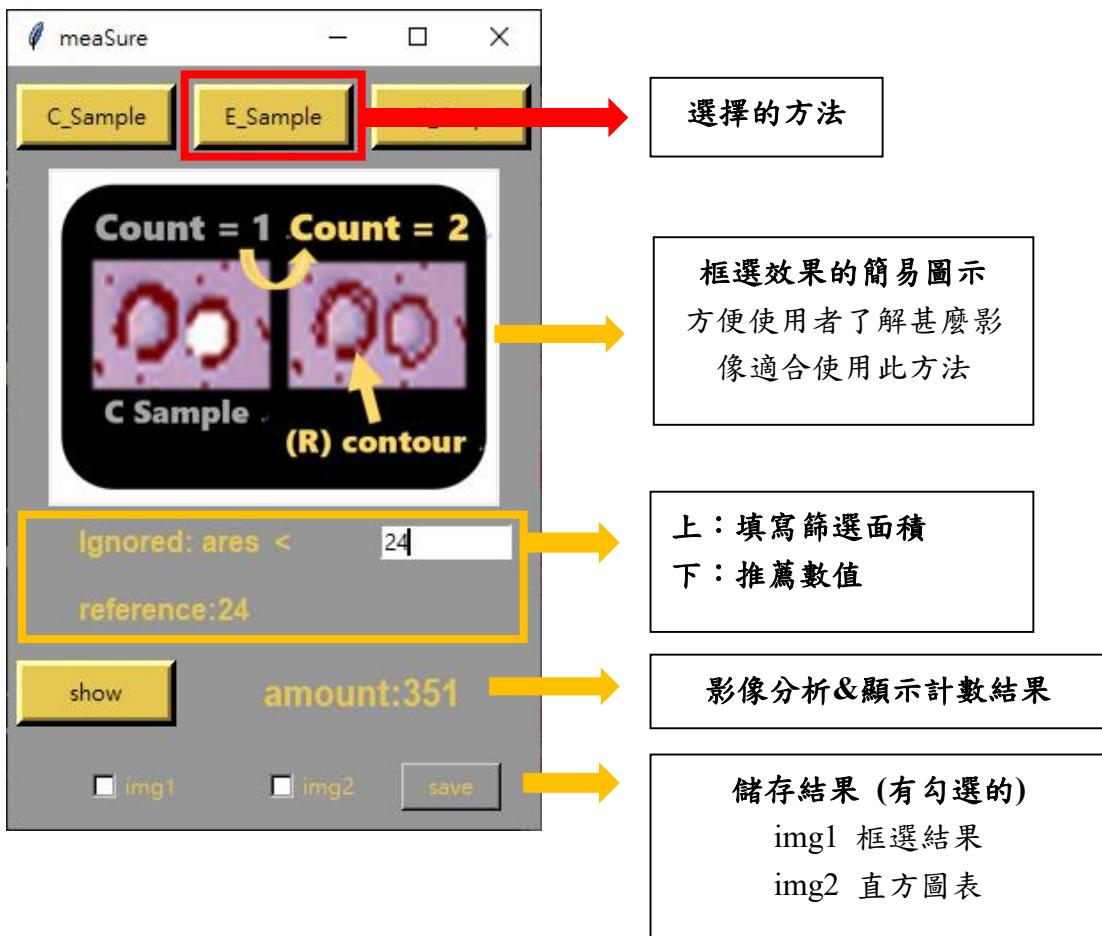
在尋找完輪廓後還要進行面積篩選的原因和細胞所存在的液體厚度有關，由於所取得的細胞影像是將含有細胞的液體製成玻片再進行拍攝取得，因此實際上液體的厚度會造成細胞有重疊的情況，甚至會有氣泡的干擾，所以分析的過程中也會透過面積的篩選來進行二次分析。

二次分析即是從篩選出來的面積過大的輪廓(有重疊的可能性)，利用其左上坐標與長寬從原圖中擷取出輪廓部分的原始影像，並直接套用我們撰寫好的影像濾波、處理、分析流程進行第二次徹底的細胞框選。

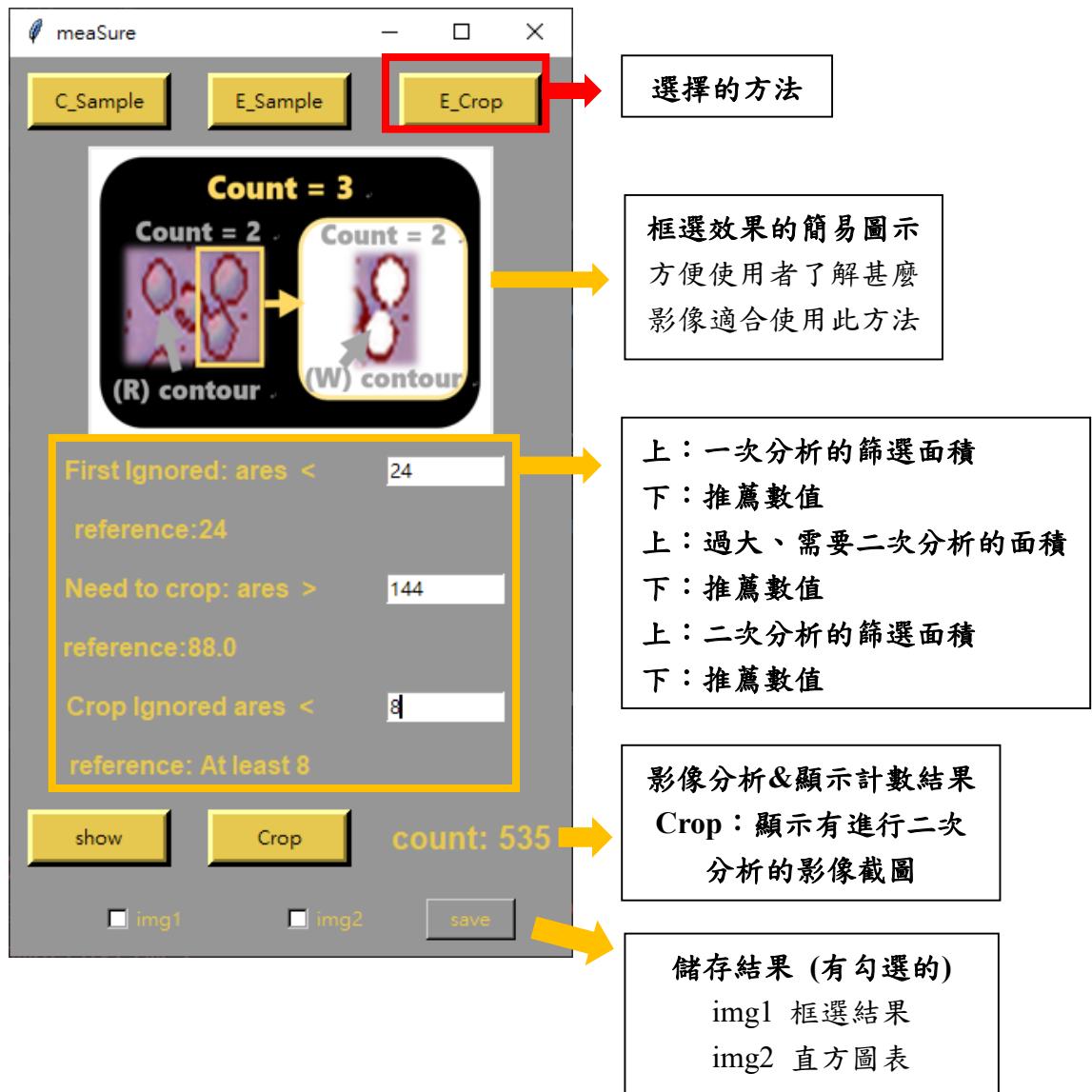
(一)建立內外輪廓的影像分析方法



(二)建立外輪廓的影像分析方法 (簡易)



(三)建立外輪廓的影像分析方法 (進階)



五、藍芽與雲端上傳

在傳輸分析結果的部分，提供藍芽傳輸以及雲端上傳兩種方式。

(一)藍芽傳輸

1. 優點

- 不需要網路也可傳輸資料。
- 資料具保密性，可以保障使用者的隱私。

2. 缺點

- 受到硬體的限制，如 ios 系統的產品只能在同系統間傳輸與接受資料。

(二)雲端上傳

1. 優點

➤ 不受硬體限制，只要有網路便可傳輸。

2. 缺點

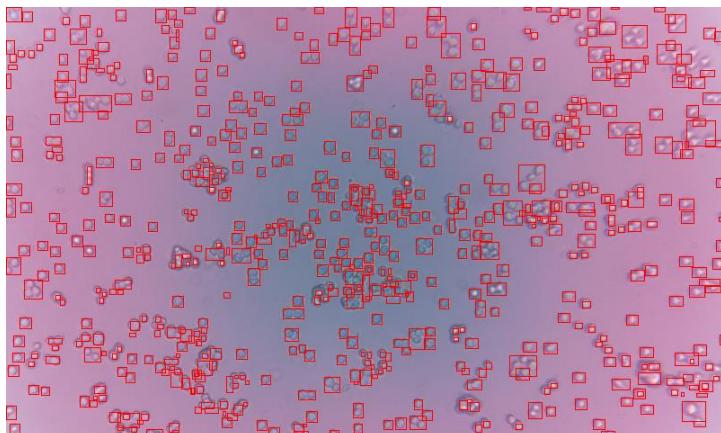
➤ 資料不具保密性，使用者隱私有外流的危險。

六、框選與圖表分析

本軟體的分析結果以細胞框選的照片及直方圖圖表分析來呈現，影像分析完後會將這兩個分析結果標上檢測者名稱分別儲存到指定的資料夾，可以在 Save IMG 頁面裡瀏覽已經分析過的影像。

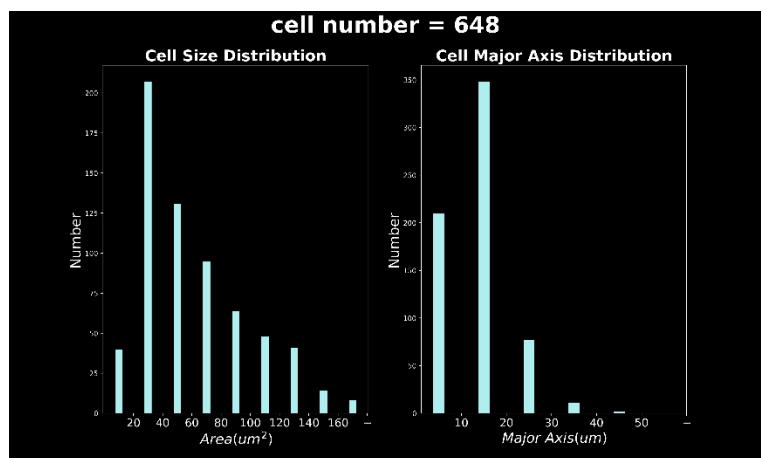
(一)細胞框選結果

將計數到的細胞疊加框選框到原始影像上，並存成新的照片。



(二)直方圖圖表分析

將細胞之面積與長度的數量分布以直方圖表示，並在標題顯示細胞數量，由於細胞計數存在一定的誤差率，因此預期在一旁註明誤差值供醫生參考。

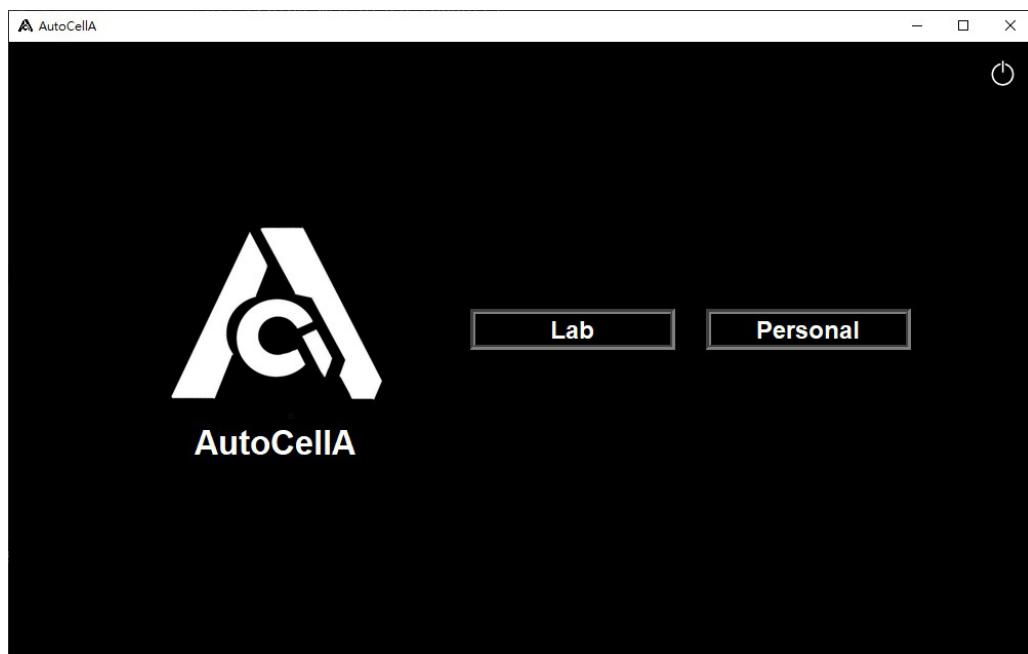


一、實作結果及其應用性

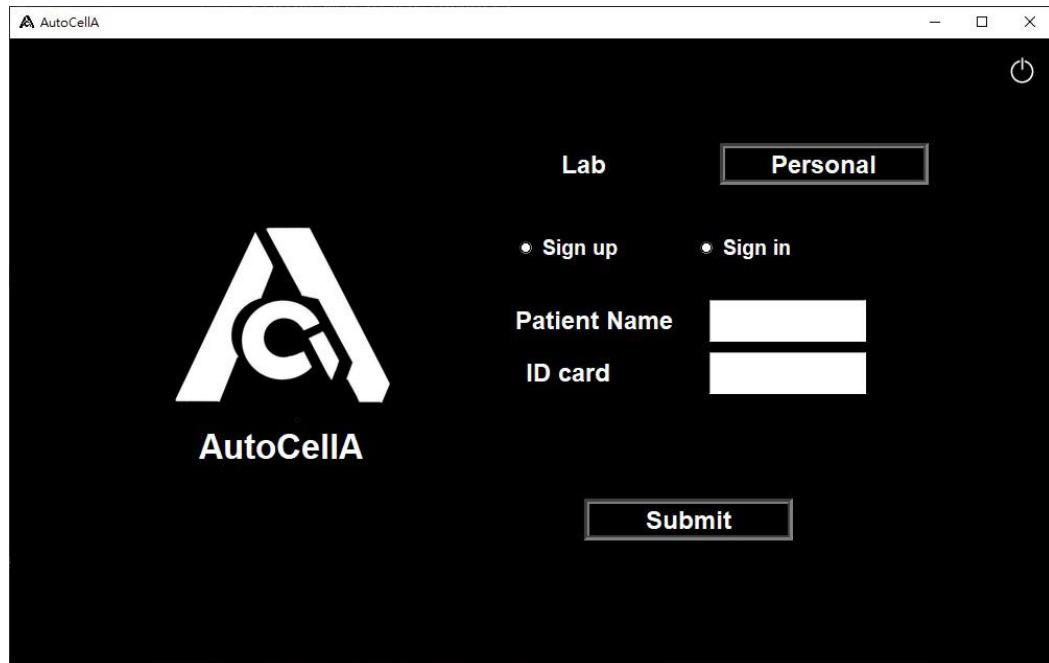
一、實作結果

(一) 介面呈現

1. 起始畫面

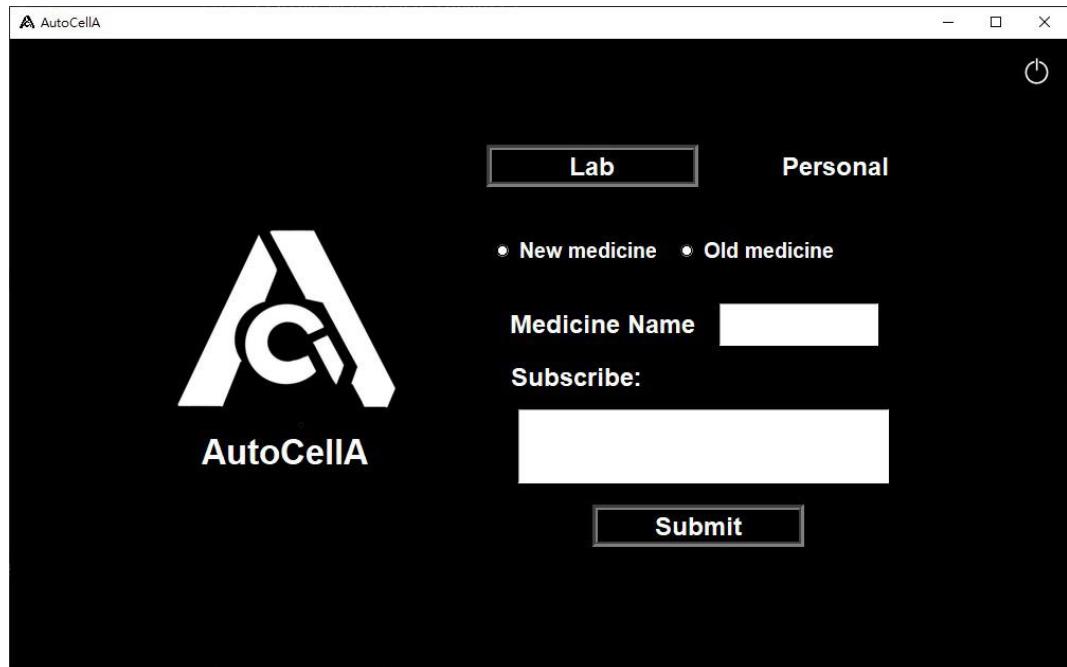


2. 選擇用途(個人病歷頁面)

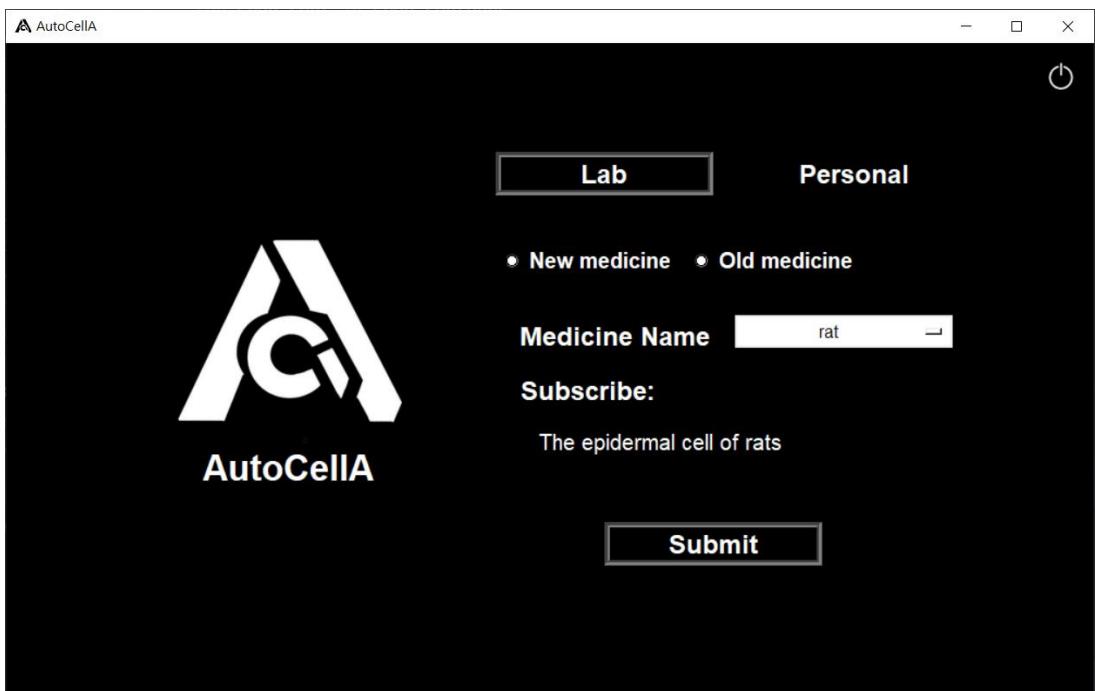


3. 選擇用途(實驗室用途頁面)

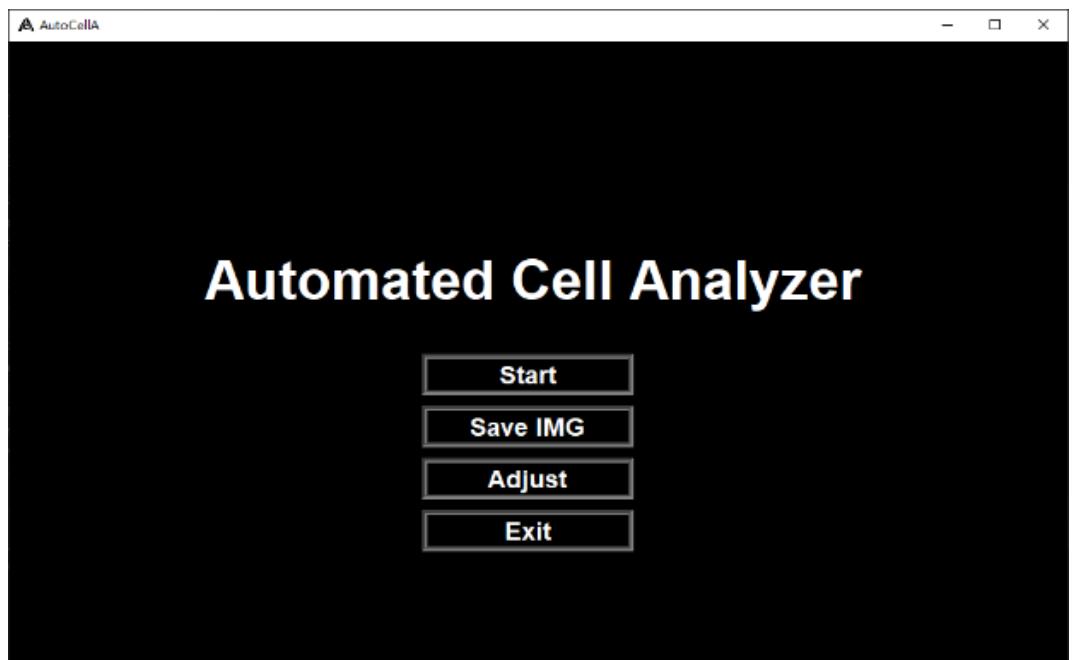
➤ 選擇 New medicine



➤ 選擇 old medicine

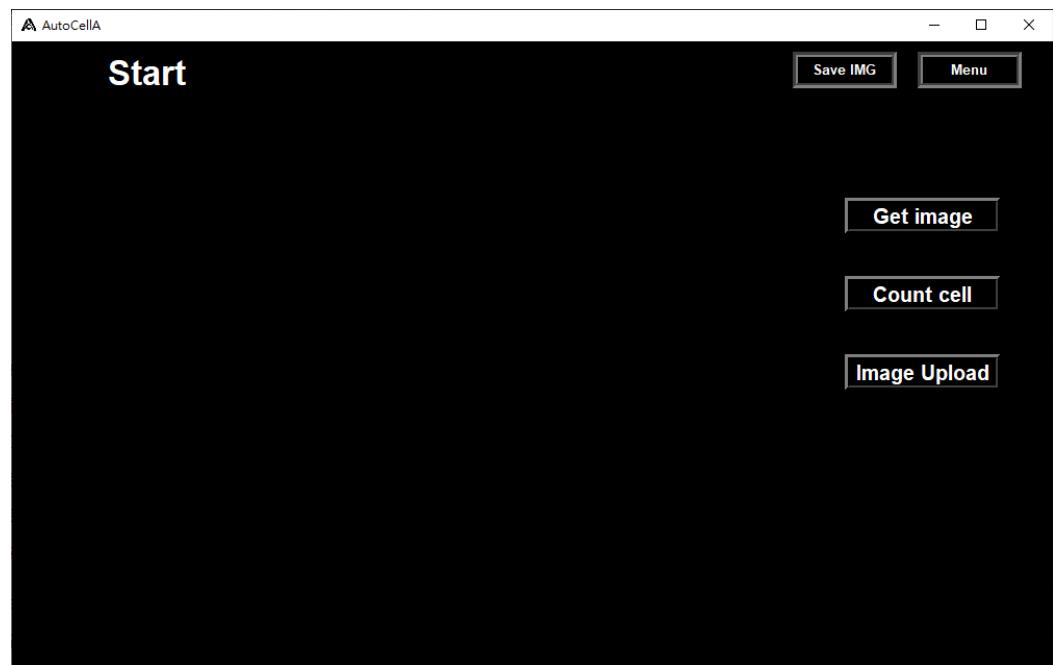


4. 主頁面

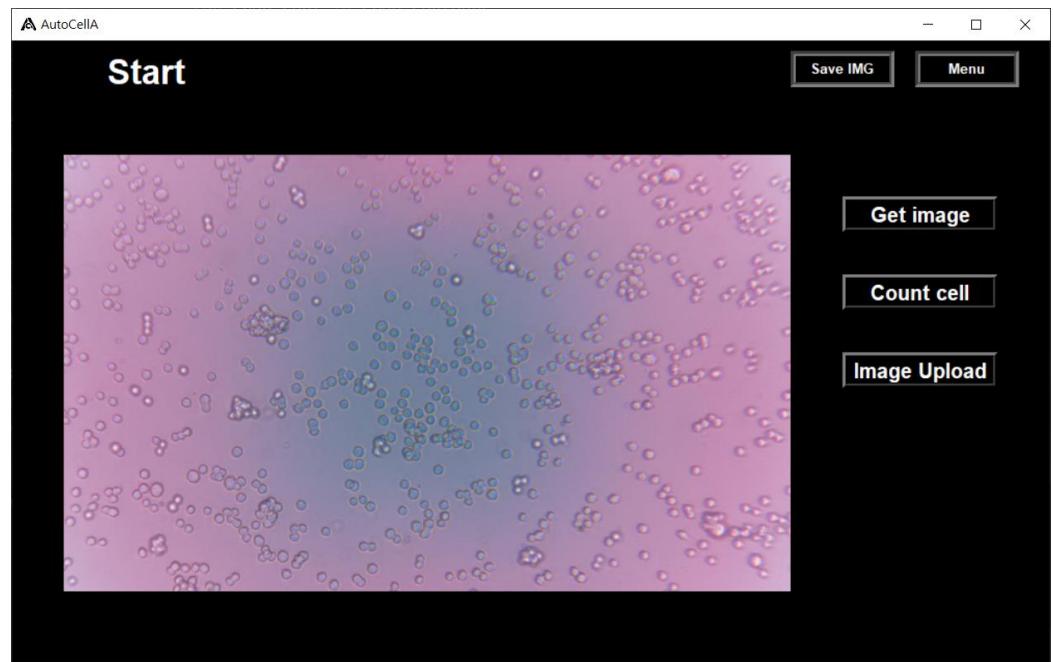


5. Start 頁面

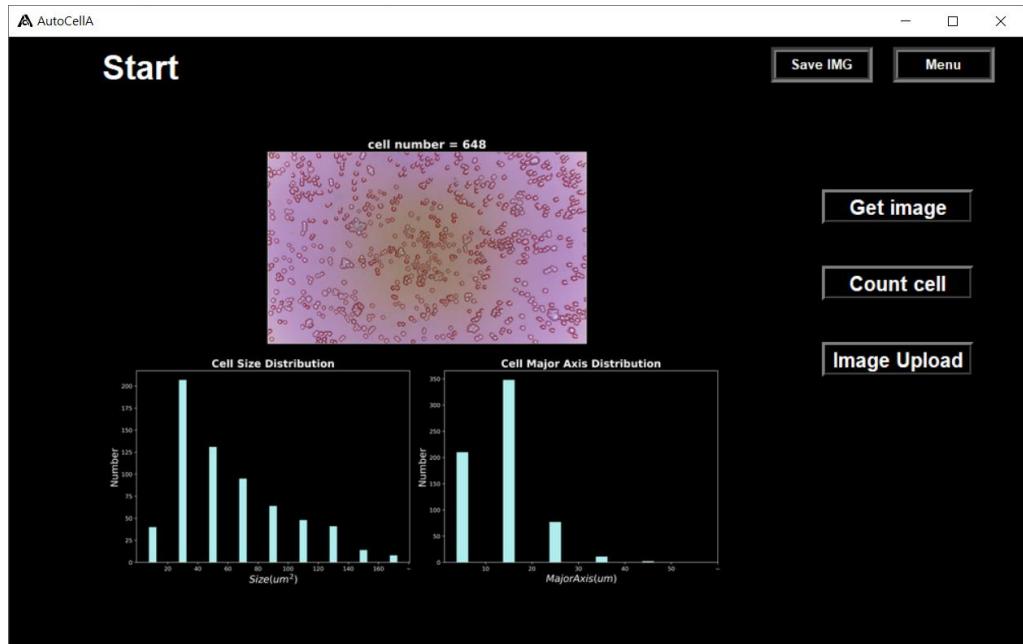
➤ 初始畫面



➤ 點選 Get image 並取得照片後

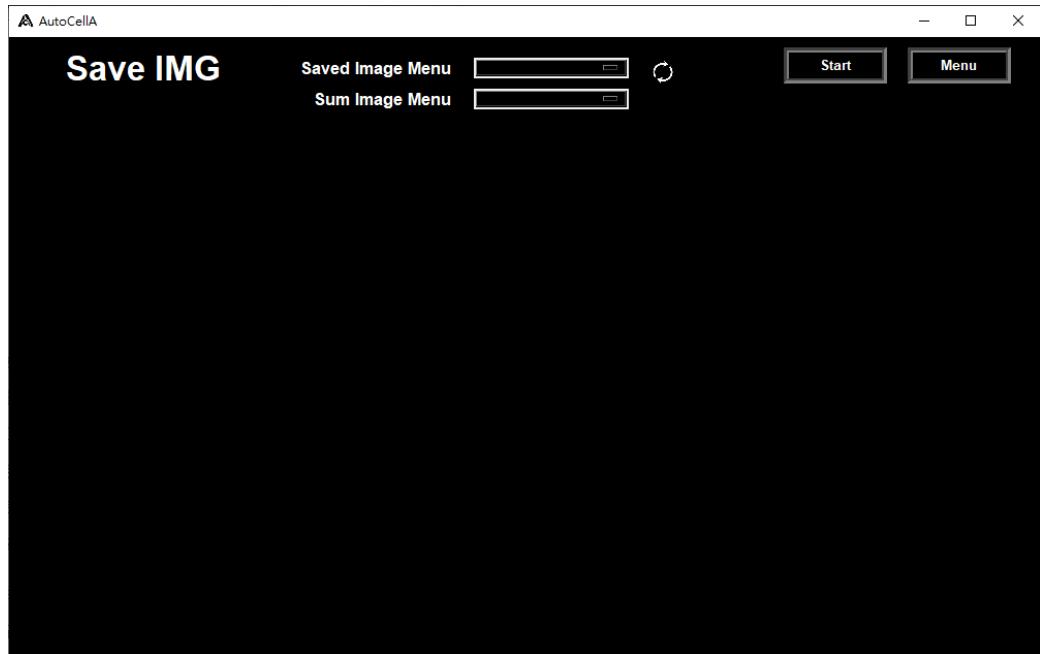


➤ 點選 Count cell 後

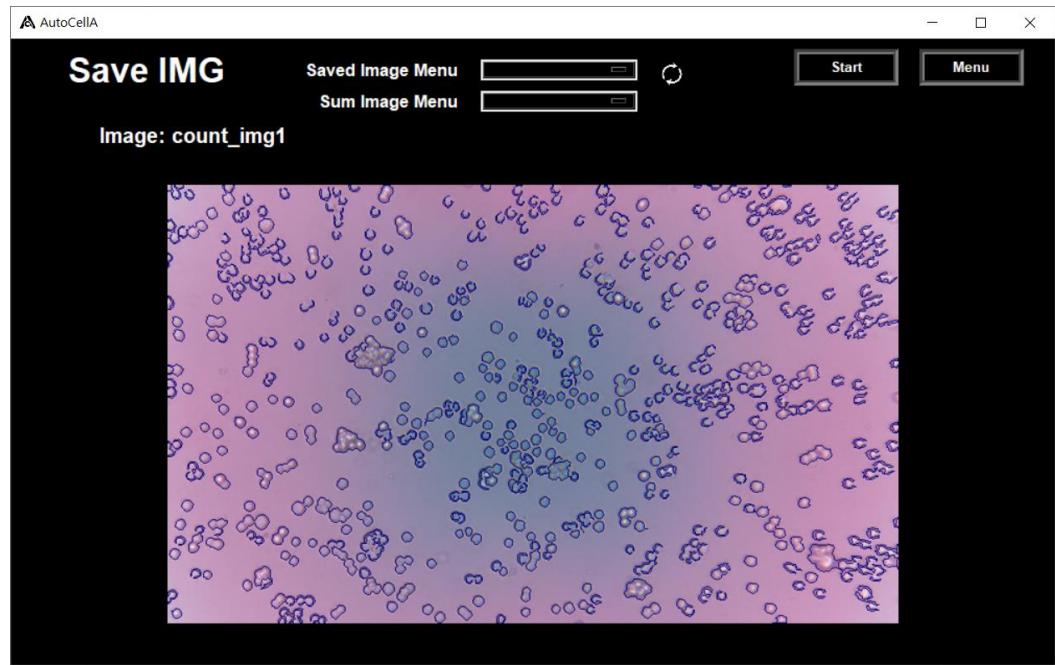


6. Save IMG 頁面

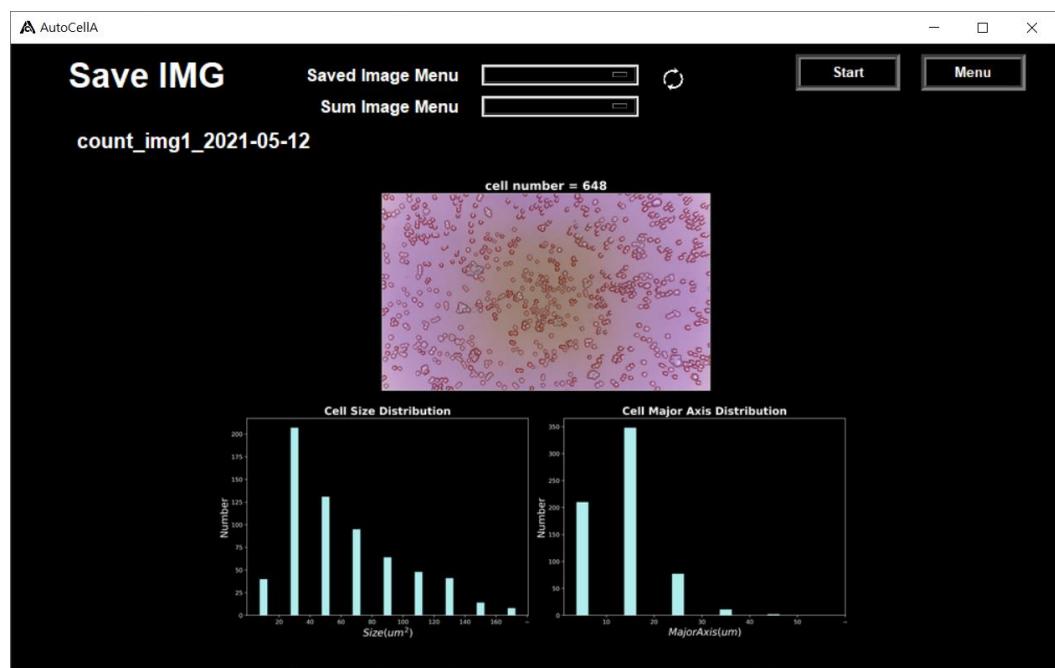
➤ 起始畫面



- 從 Saved image Menu 選擇照片



- 從 Sum image Menu 選擇照片

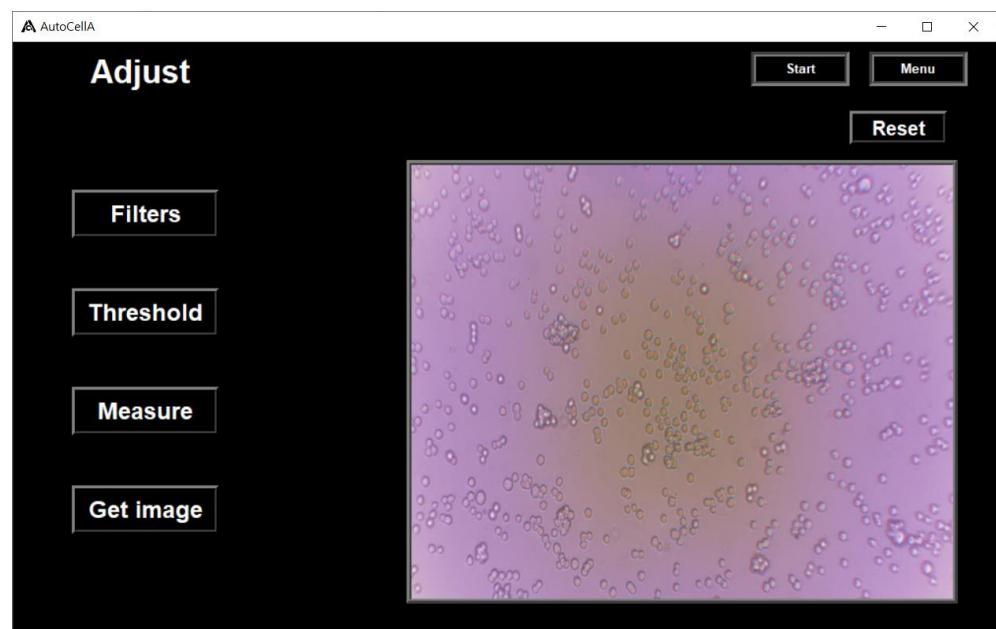
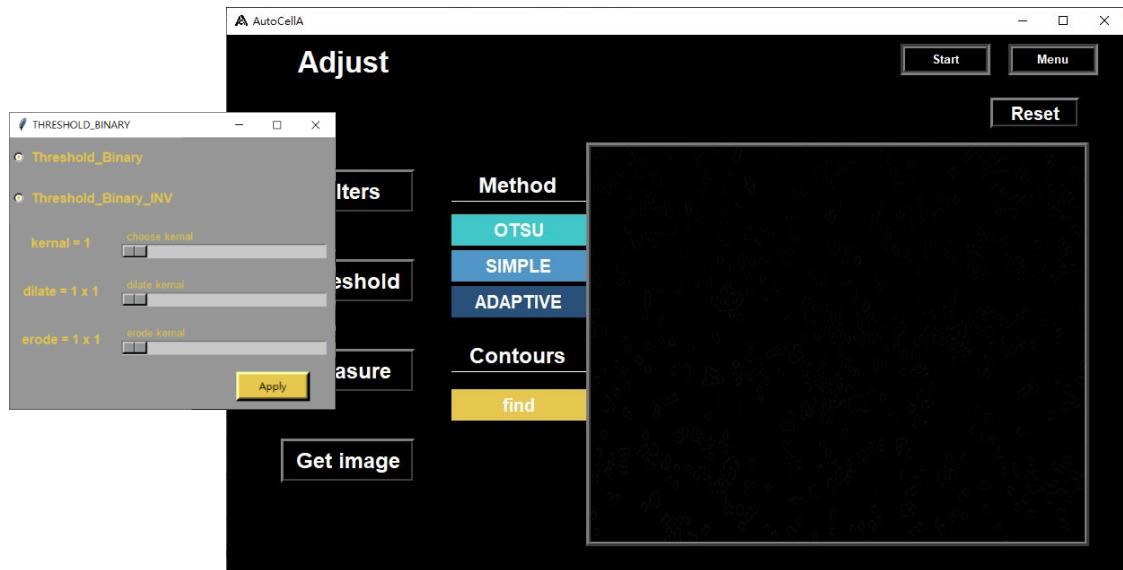


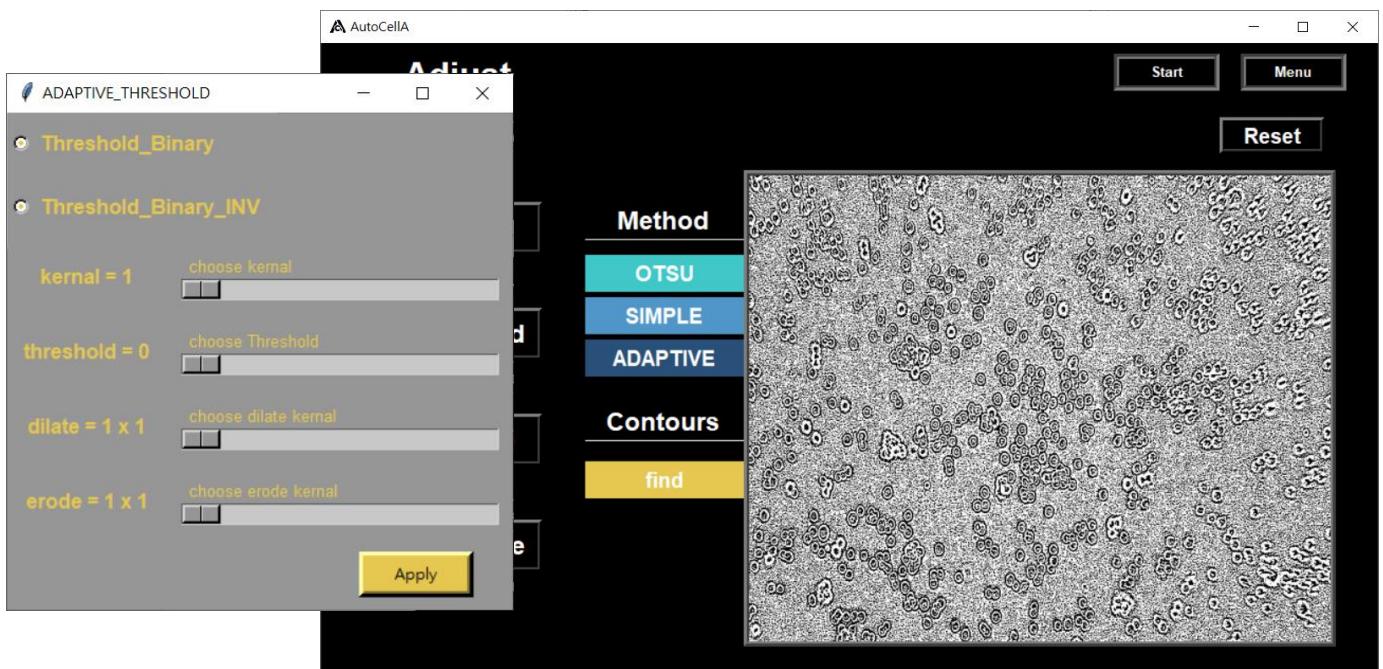
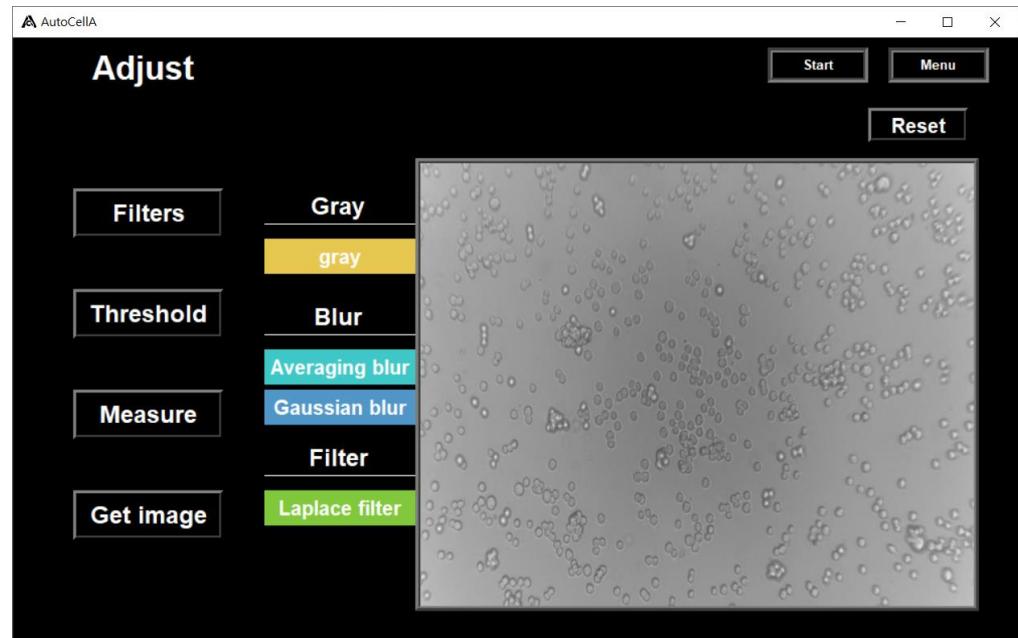
7. Adjust 頁面

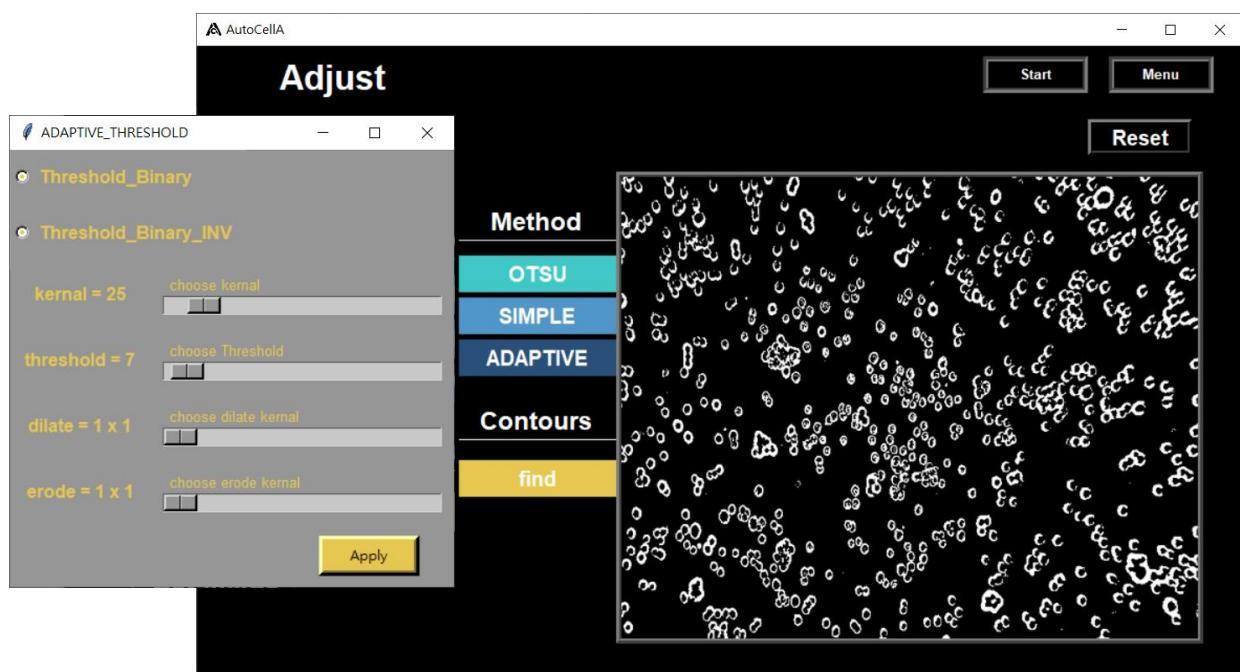
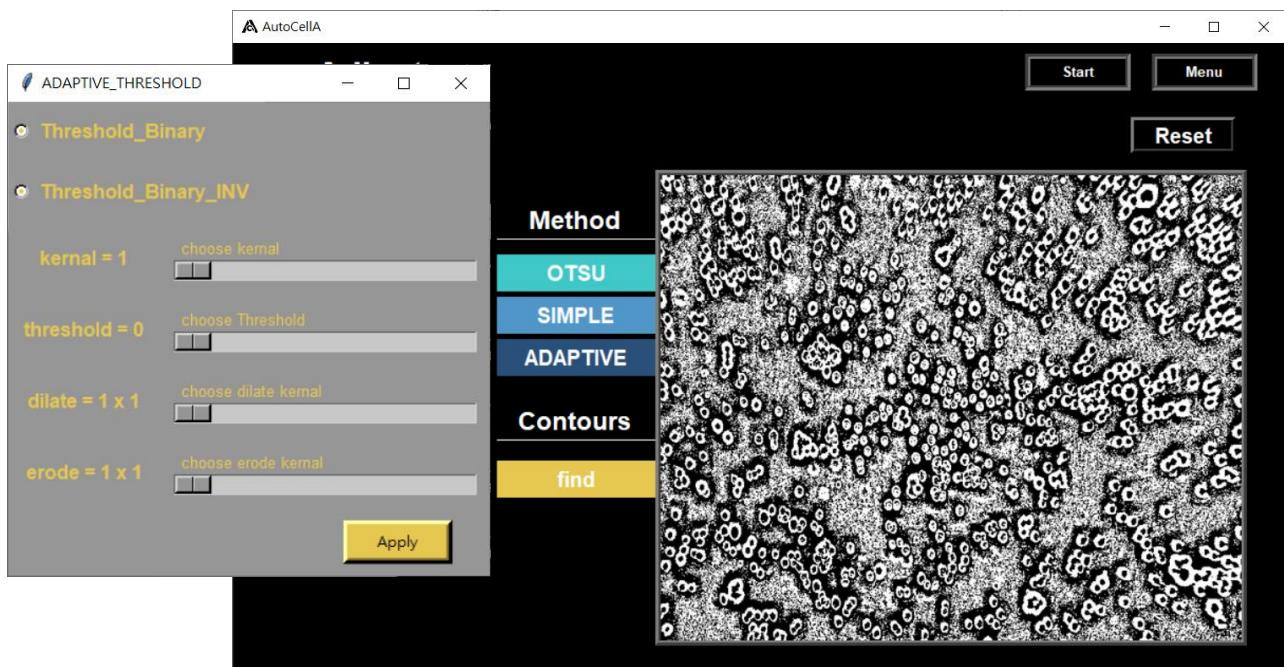
圖示依序為

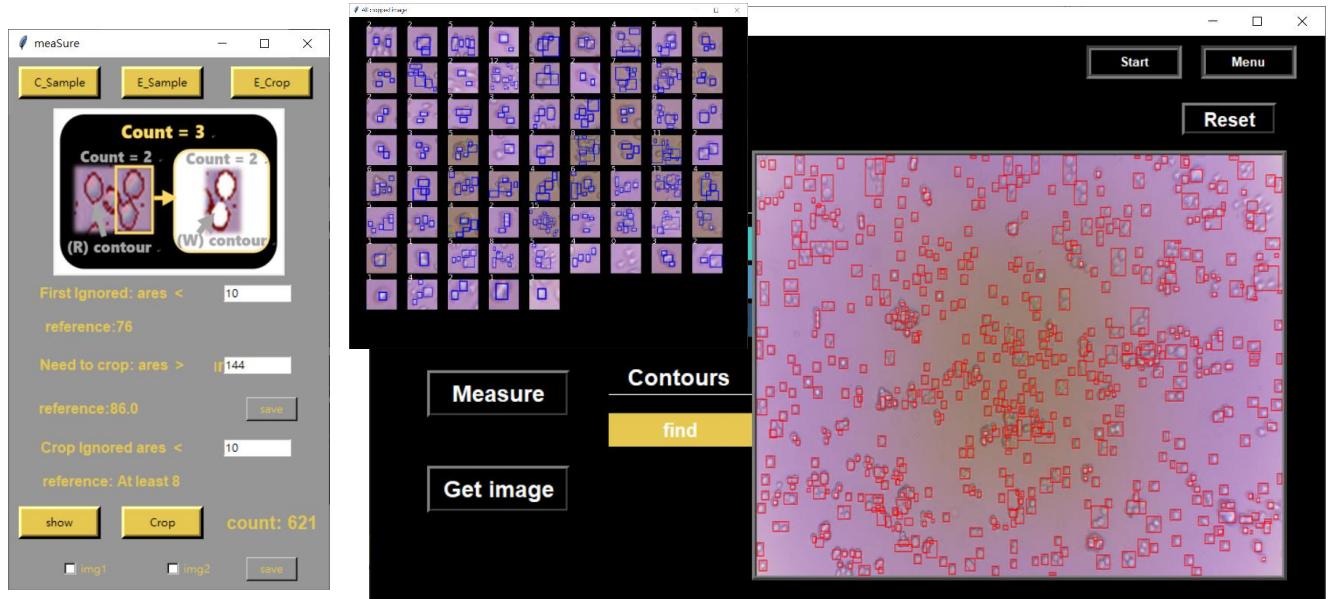
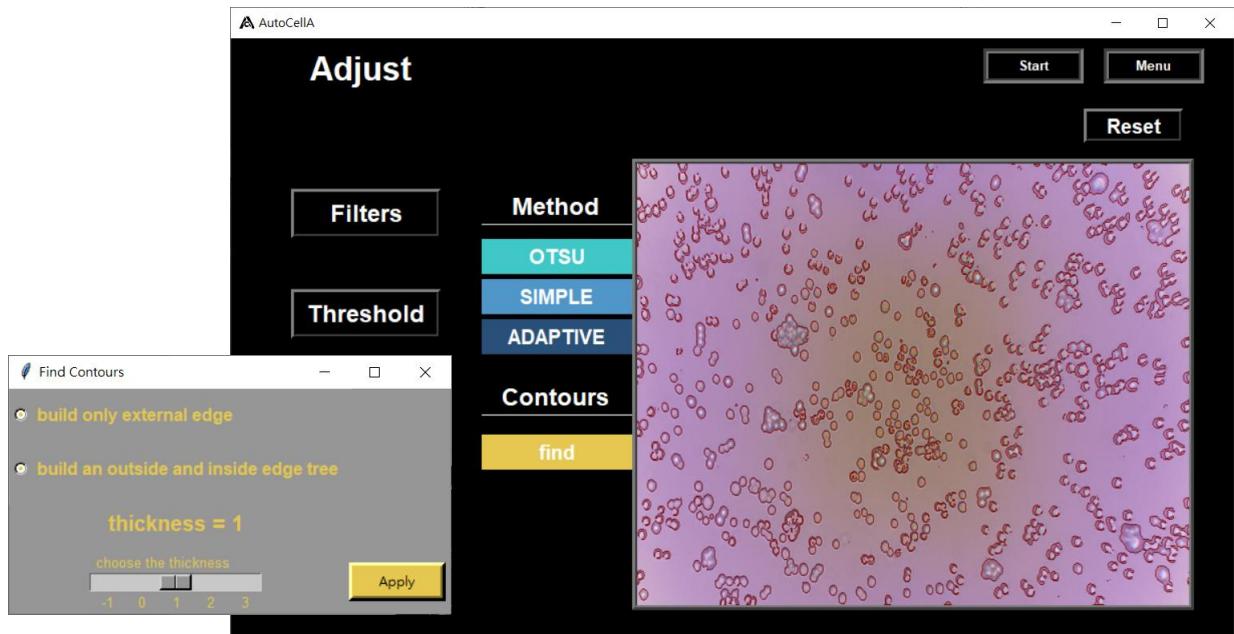
- 起始頁面與彈出視窗示意圖
- 選擇這片
- 濾波與灰階化

- 二值化與消除雜訊過程
- 計數與檢查重疊細胞的分辨情況

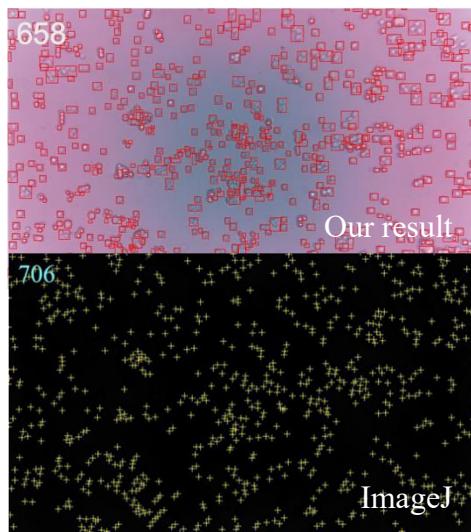








(二)影像分析正確率



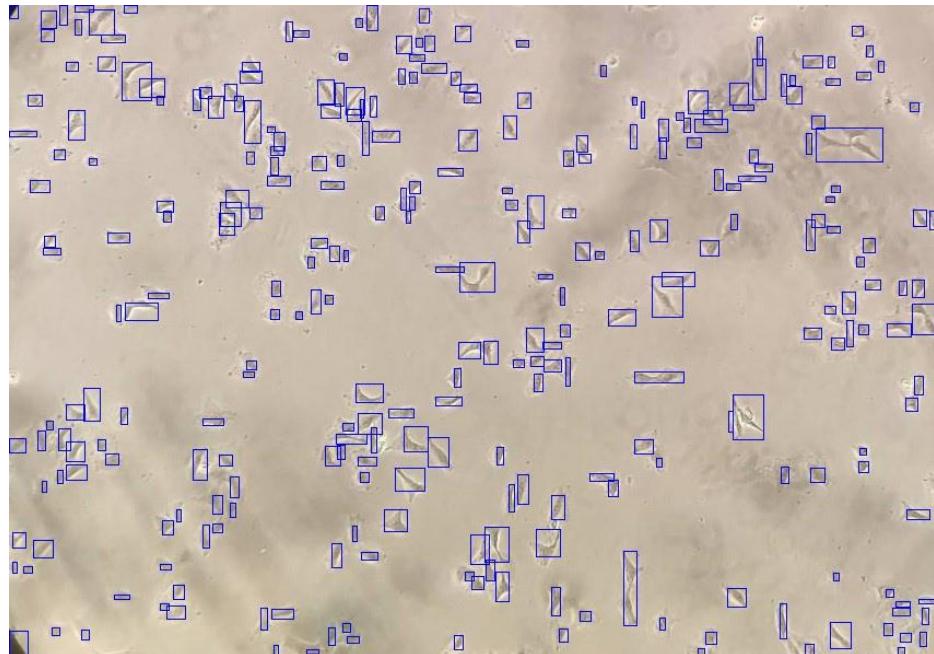
以商用軟體 ImageJ 的計數結果為基準，我們的實作結果能達到 95%以上的正確率。

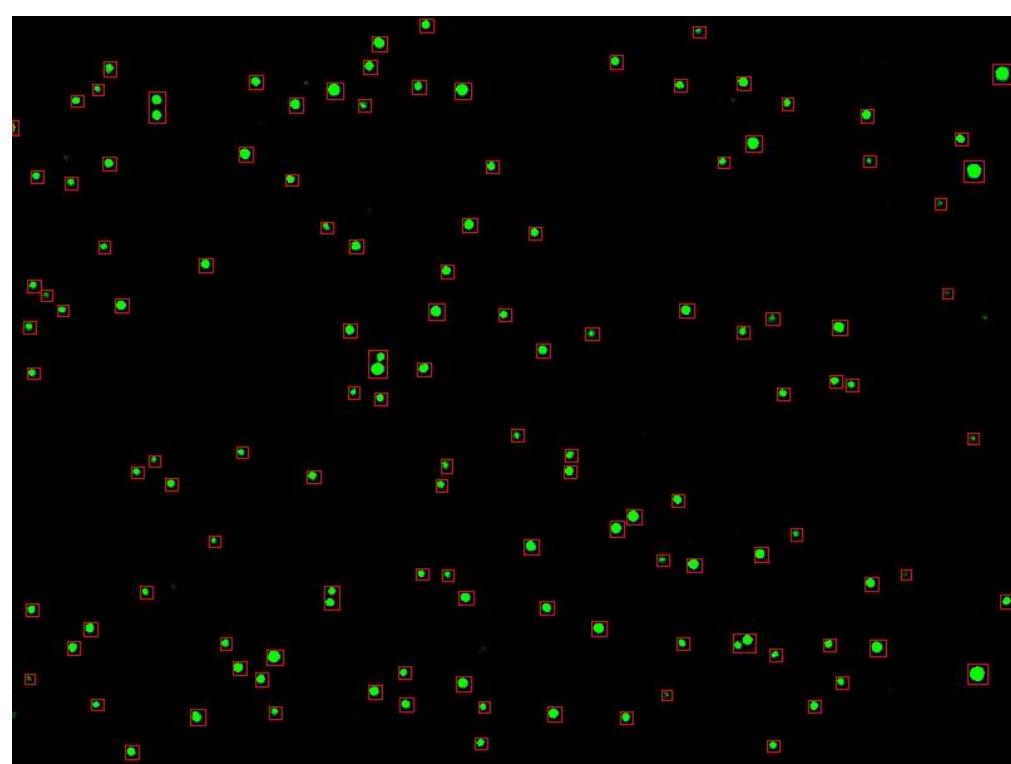
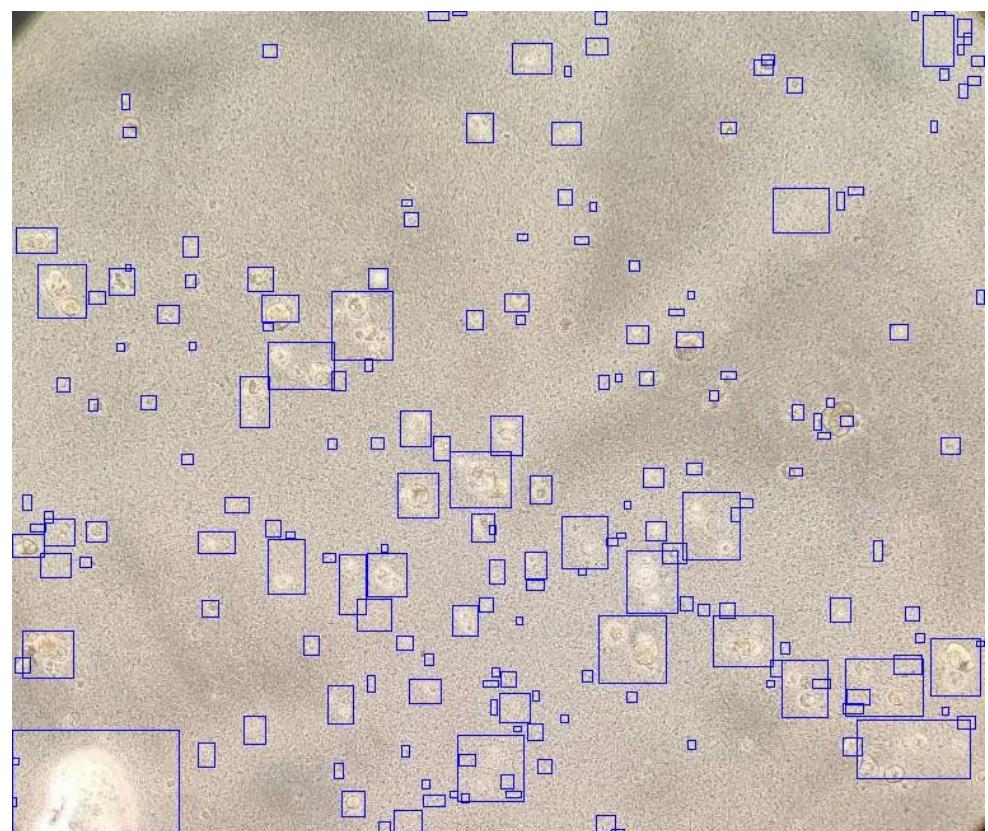
圖片編號	Result	ImageJ	準確率
1	658	706	93%
2	816	834	97%
3	704	730	96%
4	717	722	99%
5	750	732	99%
6	695	736	94%

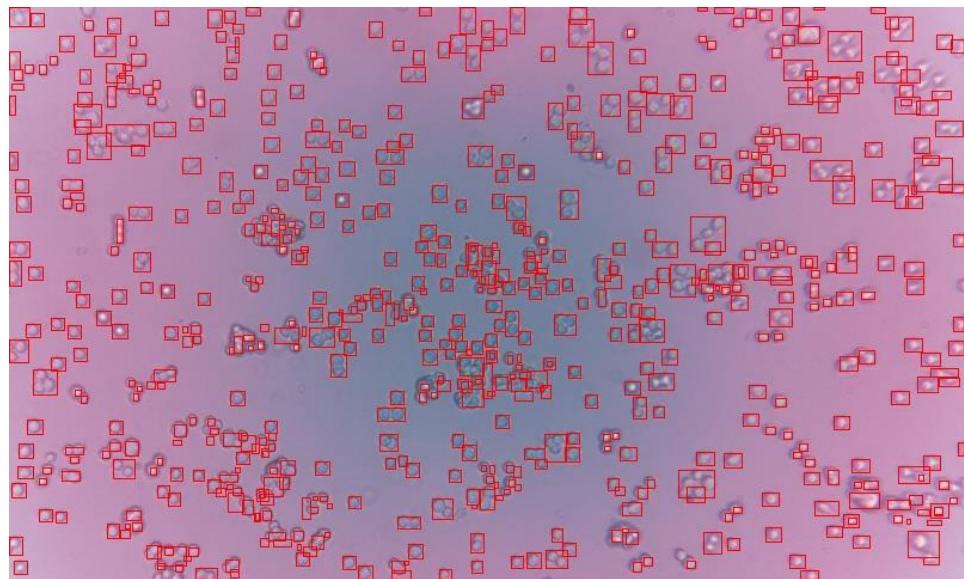
(三)上傳功能的實用性

在藍芽方面，軟體可透過藍芽快速傳輸影像給手機，而在雲端方面，可以一次性上傳多張影片至雲端，並透過手機連結雲端，快速觀看檢測結果。

(四)不同細胞影像的檢測效果示意圖







二、應用性

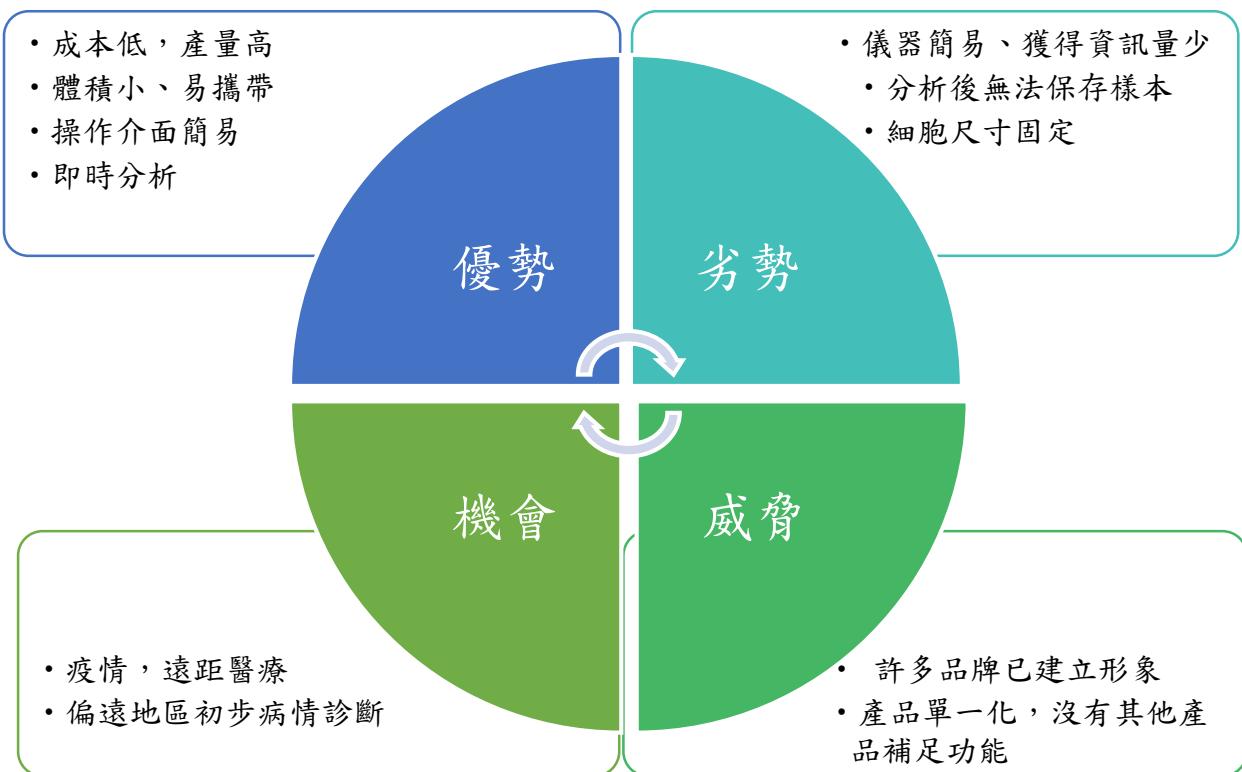
(一) 醫療層面的應用

配合多項醫療檢測裝置(如採血筆)，將取得後的血液樣本經過本團隊的軟體能快速分析血液中的紅血球數量與尺寸，藉由這兩個影響攜氧能力的因素判斷含氧量是否異常。除了人類醫療分析用途外，此項辨識技術和軟體架構，能同樣應用在判讀一定範圍大小內的各種生命體的健康細胞和組織，可應用在家畜生殖細胞的濃度、健康程度上的判讀，以提供繁殖場的人員分析家畜的繁殖能力以及傳染病上的判讀。

(二) 物聯網層面的應用

當分析儀普及後，獲得的病人影像資料能對各種辨識的生物細胞建立龐大的資料庫，可提供類神經網路更多資料學習，讓演算法能更精準且同時辨別更多種的細胞。

柒、SWOT 分析



一、市場分析：

將 AI 智慧輔助醫療分析儀和市面上已在使用的細胞計數儀和分析儀做市場環境分析，分析的產品包涵(NC-200 自動細胞計數儀、Sony 全光譜流式細胞分析儀、貝克曼庫爾特 Gallios 全自動流式細胞分析儀、ImageJ)。

二、細項說明：

(一) S(優勢):

1. 成本相對低，大約 23000 元左右，一般小診所和歐美家庭能負擔，外殼可用開模或是 3D 列印技術，進行批量的生產。
2. 體積小、重量輕(約為 2-3kg)，易攜帶到其他醫療資源匱乏的地區。
3. 操作簡易，操作過程可由 3 分鐘影片學習，使用者介面乾淨且分析結果清晰易理解。
4. 操作迅速，搭配雲端和藍芽的傳輸能夠即時取得資訊。
5. 分析後不產生污染物。

(二) W(劣勢):

1. 光線數量僅 3 種(藍、白、綠)，相較於一些分析儀提供的光線數量相對少，而能獲得的細胞資訊較少。
2. 分析圖類僅有直方圖，某些分析儀包涵圓餅圖、等高線圖、疊圖等等，結果顯示

的選擇性少。

3. 分析時樣本的溫度和環境無法模擬原存在環境，且分析後樣本無法重新做使用。
4. 光路設計較簡易，所能觀察到的細胞尺度固定，變異小。
5. 只能進行二維的細胞分析，無法獲得三維的資訊。
6. 分析功能無法應用在其他領域中，僅能分析特定細胞尺寸。

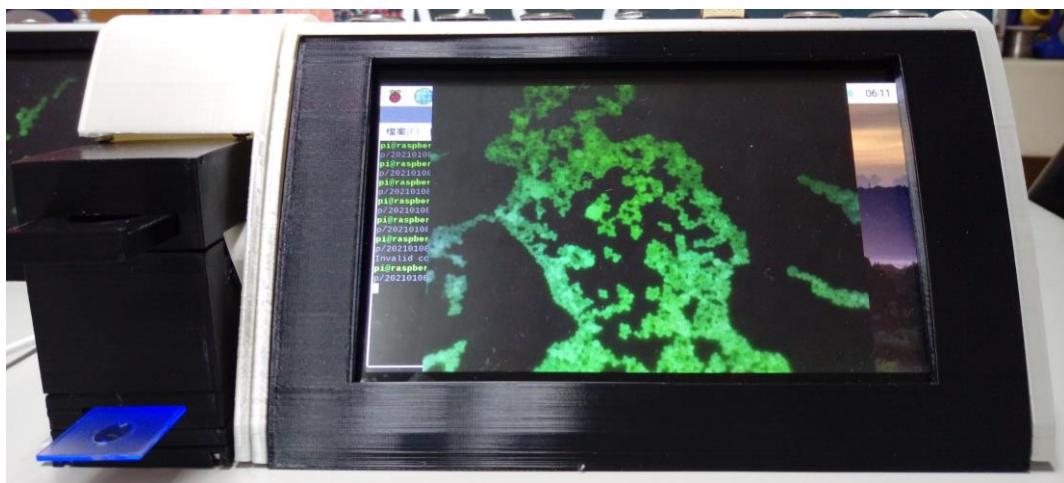
(三) O(機會):

1. 主要客戶群鎖定為小診所以及歐美醫療資源匱乏家庭，費用不高且操作簡易，不需專業人員也能做使用。
2. 近年來因全球疫情的緣故，遠距醫療以及智慧家庭醫療相對重要，能透過遠端初步的健康分析，評估健康狀況。
3. 設備輕盈移動性佳，能在偏遠地區無電力的情況下做使用，協助醫療儀器缺凡區域做疾病上的初步分析。

(四) T(威脅):

1. 許多公司的產品細分成許多類別的分析儀，相互補足功能上的不足，且能將每個細胞資訊分析明確。
2. 分析儀設計輕盈但簡易，具備的功能單一化，相較於多病徵分析的儀器稍顯不足。
3. 相對於一些大企業已建立品牌的口碑和客戶信任，新公司推出的產品較難吸引客戶群。

捌、各項軟硬體經費及使用分析



一、硬體相關

硬體裝置各部件	費用
樹梅派+7 吋觸控螢幕	5330
樹梅派相機	790

SD 卡(128G)	499
無線鍵盤以及滑鼠	799
物鏡與金屬轉接環	900
金屬開關*3	1080
3D 列印外殼	700
電路板	500
電源線	300
總金額	10898

(一)各部件功能：

1. 樹梅派+7 吋觸控螢幕

本硬體裝置的本體以及操控介面，微處理器能運行所設計之輔助分析軟體。

2. 樹梅派相機

與微處理器所搭配之相機攝影模組，獲得之影像皆是由此相機。

3. SD 卡(128G)

微處理器所需要之記憶卡。

4. 無線鍵盤以及滑鼠

遠端操控裝置以及介面的工具。

5. 物鏡與金屬轉接環

自行設計光路系統，透過機構設計轉動，改變樹梅派相機的焦距。

6. 金屬開關*3

調整不同光源的開關，共分成綠光、藍光以及白光。

7. 3D 列印外殼

自行設計分析儀外觀以及部件配置，將整體裝置流線以及美觀化。

8. 電路板

實現光路切換系統之電路板。

9. 電源線

提供樹梅派裝置充電，以利在沒供電的情況下使用。

二、軟體方面經費

(一)規模評估(類比法)

以軟體工程師中位數年薪 72 萬為例，每月收入約為 6 萬元，而軟體工程師每個月專案的程式規模大約為兩萬行，透過類比的方法推算 AI 細胞分析儀的軟體成本約為 12700 元。

程式分頁名稱(共 12 個)	程式行數
AdjPage	2559
CountCell	396

globalVar	43
main	18
MainPage	76
Namefile	116
PageOne	207
resizelmg	42
SamplePage	63
setup	29
StartPage	572
windowSize	122
總行數	4243

(二)Task 評估

使用實現功能的數量做軟體成本上的量化，AI 細胞分析儀所能處理的分析功能加總一共包涵 6 項功能，分別為(1. 滾軸調整影像閥值、2. 自動化細胞計數、3. 無線傳輸、4. 完整使用者介面設計、5. 分析圖表結果展現以及 6. 細胞辨識)。根據解決一個 Task 的費用若為 2000 元，則 AI 細胞分析儀的軟體成本總共評估為 12000 元左右。

玖、參考文獻

1. 曾承訓 CH.Tseng (2019 年 6 月 2 日)。【影像處理】如何使用 OpenCV 進行捲積操作。取自 <https://makerpro.cc/2019/06/the-convolution-of-opencv/>。
2. Tommy Huang (Oct. 23, 2018)。深度學習-物件偵測 YOLOv1、YOLOv2 和 YOLOv3。取自 <https://chih-sheng-huang821.medium.com/%E6%B7%B1%E5%BA%A6%E5%AD%B8%E7%BF%92-%E7%89%A9%E4%BB%B6%E5%81%B5%E6%B8%ACyolov1-yolov2%E5%92%8Cyolov3-cfg-%E6%AA%94%E8%A7%A3%E8%AE%80-75793cd61a01>。
3. Rasberry Pi IOT 無線傳輸技術介紹 (Dec. 5, 2016)。取自 <https://www.slideshare.net/raspberrypi-tw/raspberry-pi-iot-bluetooth>。
4. 吳佩珊，王聖智 (2015)。基於特徵結構性學習之螢光顯微鏡圖片癌症細胞辨識系統。取自 <https://ir.nctu.edu.tw/handle/11536/127482>。
5. 形態學處理-膨脹與腐蝕
取自 <https://sites.google.com/a/ms.ttu.edu.tw/cse2012dance-robot/yan-jiu-cheng-guo/opencv-ruan-ti-she-ji/qin-shi-yu-peng-zhang>
6. 流式細胞技術- 取自 <https://www1.cgmh.org.tw/intr/intr5/c6s210/%E6%B5%81%E5%BC%8F%E7%B4%B0%E8%>

[83%9E%E5%88%86%E6%9E%90%E5%84%80.html](#)

7. NC-200 自動細胞計數儀

取自 http://www.cell-bio.com.tw/product_detail.php?id=162

8. Topological Structural Analysis of Digitized Images by Border Following(Satoshi Suzuk , 1983)