

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

微創手術器械偵測

Detection of minimally invasive surgical instruments

作者：吳佩軒

系級：電子工程學系 四甲

學號：D0139316

開課老師：陳冠宏

課程名稱：專題研究

開課系所：電子工程學系

開課學年：104 學年度 第一學期



中文摘要

隨著科技的進步，醫療科技也蓬勃發展，近年來，微創腹腔鏡手術的興盛，使醫生在手術過程中，只需要微小的手術傷口就能進行治療，但是醫生在手術過程全都是看著螢幕操作，遠近沒有立體感，需要非常純熟的技術才能順利操作。為了能讓醫生更明確知道手術器械位置，並達到提醒手術器械與手術部位相對位置的功用，避免不必要的傷害，因此透過專題研究「器械偵測」，來輔助醫生的手術進行。

微創手術進行時，經由小傷口將鏡頭及器械分別深入手術部位，可拍攝到器械及欲手術的部位，系統做偵測並即時框出器械，提供醫生更有效率的判斷器械位置，有效避免因疲勞誤判而造成的傷害。本研究主要著重在器械的形狀、顏色、狀態，運用 Adaboost 之 Haar-like、HSV 色彩空間轉換、Motion Detection 等方法做影像的物件偵測，來輔助醫生的手術進行。

目前已有許多偵測技術應用在行車上，若此器械偵測技術能廣泛應用在手術中，必定能使手術過程更加順利，也是醫生及患者的一大福音。

關鍵字：微創手術、器械偵測、Haar-like、Motion Detection

Abstract

With the advancement of technology, medical technology is booming in recent years, the rise of minimally invasive laparoscopic surgery. During the surgery, the doctor only needs a tiny incision to treat, in the surgical procedures. The doctor only needs to look at screens, but the far have no dimensional sense. It needs very skillful technology to operate. In order to make doctors more aware of surgical instruments and the reminding function of the relative position of the surgical instruments and surgical site, to avoid unnecessary damage. Therefore the thematic study of "invasive surgical instruments", to aid in the doctor's surgery.

During the minimally invasive surgery, we through small wounds lenses and the equipment further into the surgical site, it can screen the parts of the operation .The system can detect and catch the instrument timely. To provide doctors determine the devices efficiently .It can effectively avoid the fatigue damage caused by miscalculation. This study focuses on the shape, color, and the condition of the device, using the Adaboost Haar-like, HSV color space conversion, and the Motion Detection method, such as object detection on visual image techniques to aid the doctor's surgery.

There are many detection technologies that are set up on the vehicles, if the device detection technology can be widely used in surgery. It will be able to make the process more smoothly and be a great boon to doctors and patients.

Keyword : Haar-like, minimally invasive surgery, Motion Detection

目 次

中文摘要.....	1
Abstract.....	2
目錄.....	3
壹、前言.....	4
貳、文獻回顧與探討.....	5
(一)霍夫轉換.....	5
(二)Camshift.....	5
(三) Particle Filter.....	6
參、研究方法及實作.....	7
(一)Adaboost Haar-like Feater.....	7
(二)轉換成 HSV 色彩空間.....	10
(三)Motion Detection.....	12
肆、實驗結果.....	14
伍、解決方法.....	15
陸、未來展望.....	16
參考文獻.....	17

壹、前言

近年來，微創腹腔鏡手術的興盛，使醫生在手術過程中，只需要微小的手術傷口就能進行治療，但是醫生在手術過程全都是看著螢幕操作，遠近沒有立體感，需要非常純熟的技術才能順利操作，為了能讓醫生更明確知道手術器械位置，並達到提醒手術器械與手術部位相對位置的功用，避免不必要的傷害，因此透過專題研究「器械偵測」，來輔助醫生的手術進行。

本文所做研究主要著重在器械的形狀、顏色、狀態，運用 Adaboost 之 Haar-like、HSV 色彩空間轉換、Motion Detection 等方法做影像的物件偵測，來輔助醫生的手術進行，並詳細介紹三種方法的實驗步驟及實驗結果。

三種偵測方法如下：

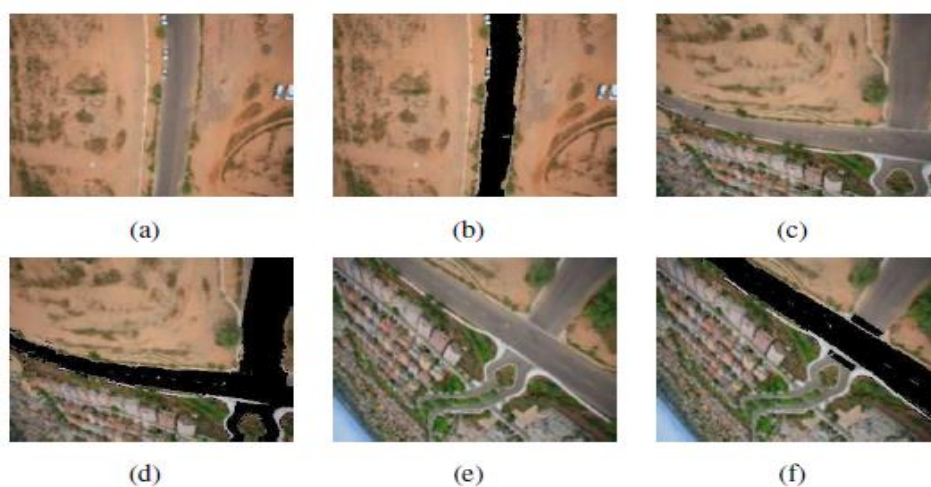
1. Adaboost 之 Haar-like
2. HSV 色彩空間轉換
3. Motion Detection

貳、文獻回顧與探討

(一)霍夫轉換

由於手術器械結構屬於固定直線，可以參考 RGB 相加總值做閾值過濾，進行圖像二值化轉換，再利用專門尋找畫面中直線特徵點的演算法「霍夫轉換」，設定閾值過濾並標示出直線特徵。

手術過程中環境畫面的改變量將會在一定區間內，為了要能夠在些微環境差異中自行判斷手術器械、偵測物件或手術器械結構等直線特徵，則需要設定自適應閾值來過濾出手術器械。

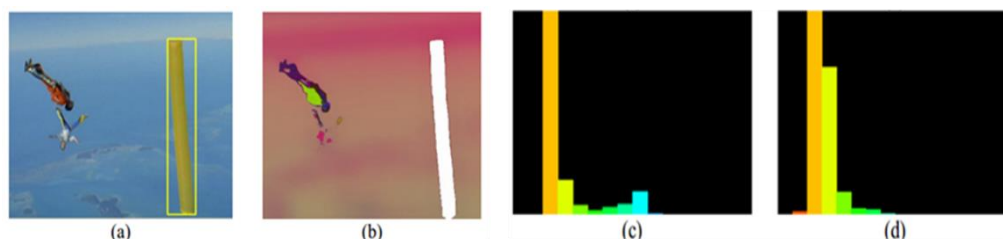


圖一、畫面直線偵測

(二)Camshift

畫面輸入時做 HSV 色彩空間轉換，提取物件的飽和度、色調、明度，建立物件的色彩直方圖模型，並在搜尋階段將整張畫面做直方圖的反投射，再使用 Mean-shift 提取物件，移動模型做搜尋掃描動作。

當物件模型中心點與搜尋模型中心點重合，代表此位置為該物件，並重複搜索提高追蹤的穩定性。在圖像背景複雜且目標不規則運動的情形下，能更有效追蹤到目標。

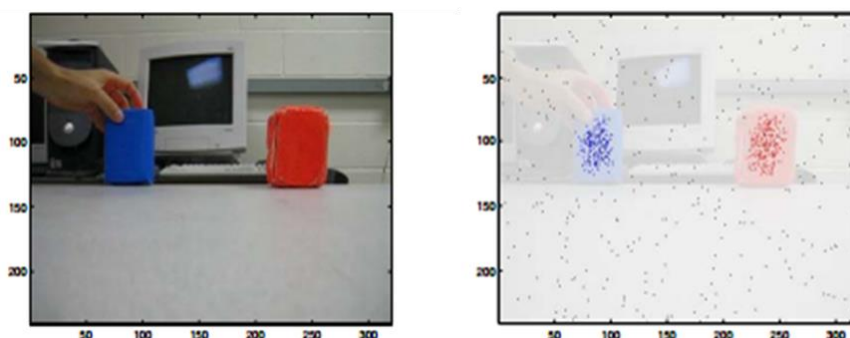


圖二、Camshift 示意圖

(a)使用矩形在一般畫面上框出要偵測之物件 (b)經過處理後之最佳色調
(c)一般畫面上的色彩直方圖 (d)經過處理後的最佳色彩直方圖[2]

(三) Particle Filter

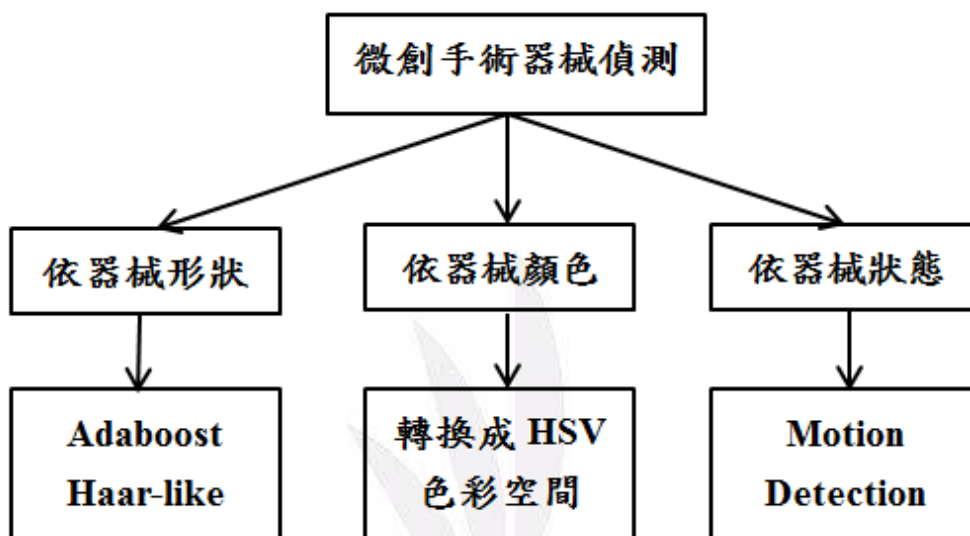
Particle Filter 追蹤時，容易因為物件發生遮蔽而產生錯誤，特別提出了擴充粒子應用方法，可以隨時於物件移入畫面時建立模型或於追蹤物件從畫面中移出時刪除模型，並強化個別物件的 Particle Filter 特徵，在遮蔽情況下也能夠持續追蹤。



圖三、Particle Filter 多個目標的追蹤

參、研究方法及實作

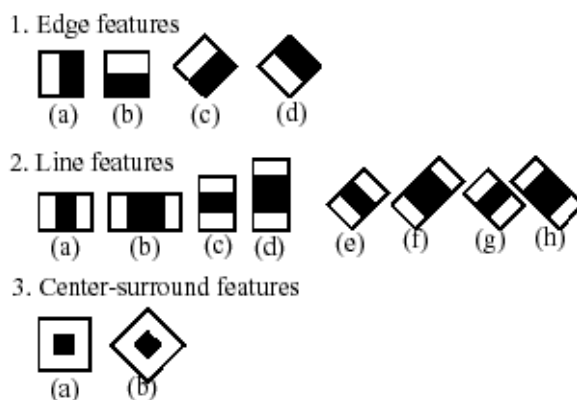
本研究主要著重在器械的形狀、顏色、狀態，運用 Adaboost 之 Haar-like、HSV 色彩空間轉換、Motion Detection 等方法做影像的物件偵測，來輔助醫生的手術進行。



圖四、微創手術器械偵測研究方法流程圖

(一) Adaboost Haar-like Feater

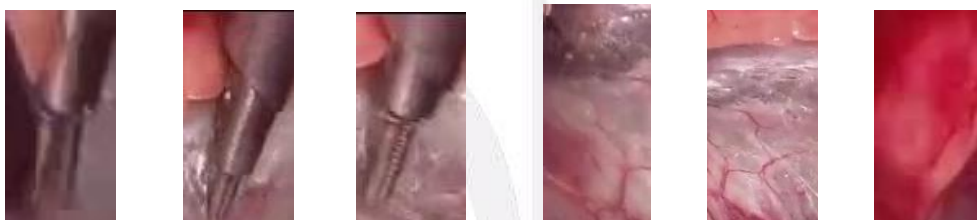
Adaboost 以 Haar-like 特徵進行偵測，該方式需要事先收集大量正、負樣本並且訓練一個強健的分類器進行攔截網偵測。



圖五、Haar feature

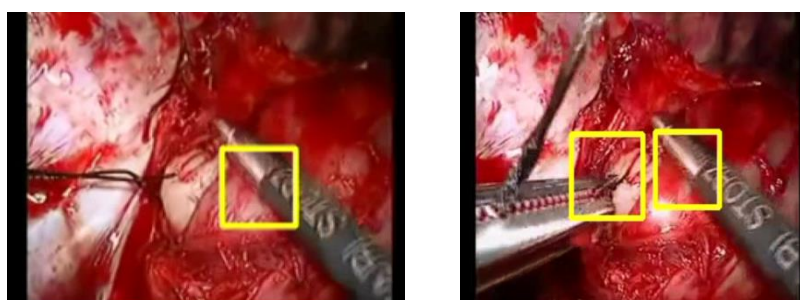
此方法利用 Haar-like 特徵由滑動視窗進行特徵比對，計算白色與黑色區域相減的值，並利用 Adaboost 做聯集形成強分類結果，將最後分類結果由程式自動框出物件(即手術器械)。

1. 將手術畫面中器械部分蒐集為正樣本，非手術器械部分(如:內臟、血液、血管...等)則蒐集為負樣本；
 - 正樣本剪取方式：固定比例 1*2，剪取手術器械的部分
 - 負樣本剪取方式：大小不固定，選取易誤判的影像



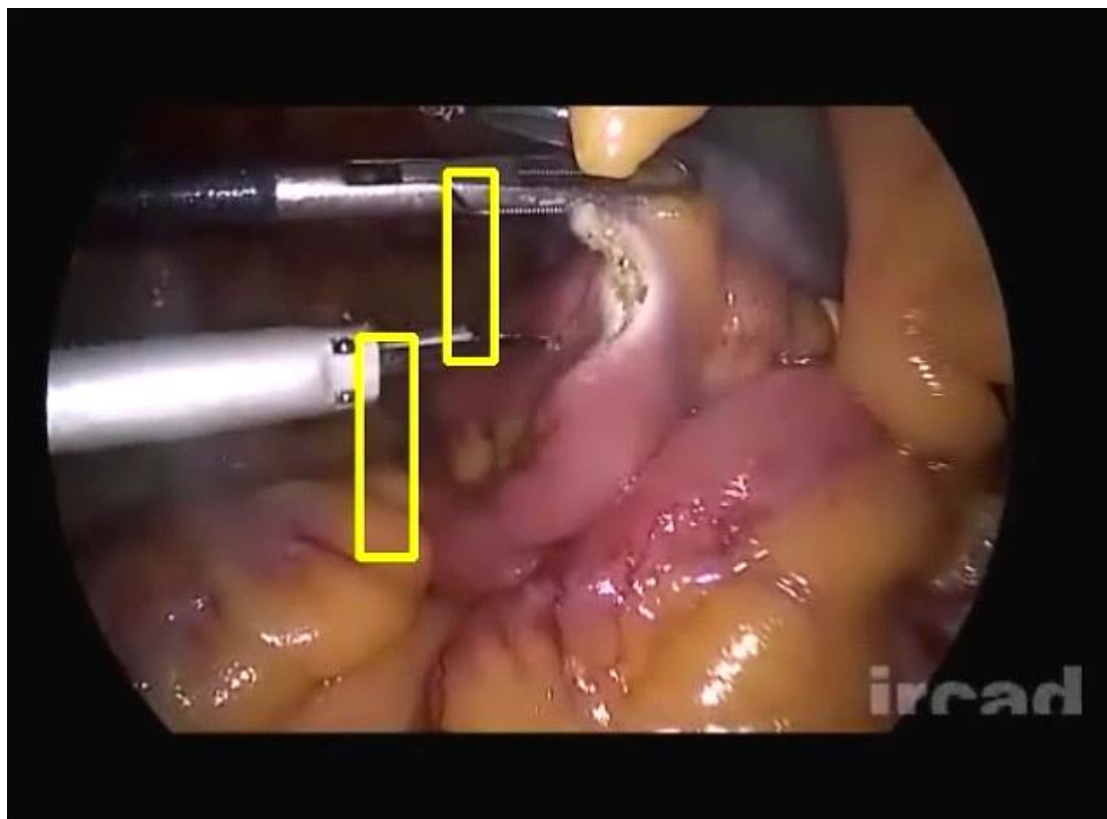
圖六、正負樣本剪取

2. 訓練分類器；
3. 根據蒐集影片設定參數；
4. 觀察偵測結果。



圖七、手術器械偵測

5. Adaboost Haar-like Feater 實作



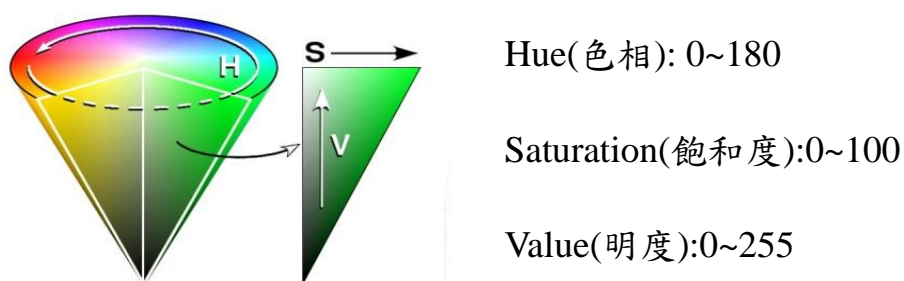
圖八、Adaboost 之 Haar-like 實作

優點：運用 Adaboost 之 Haar-like 訓練分類器，可以藉由正負樣本的訓練，偵測到器械前端。

缺點：正負樣本數不夠大量，依然有可能偵測失誤。

(二)轉換成 HSV 色彩空間

利用 HSV 色彩轉換空間，根據色相(Hue)區間 0~180、飽和度(Saturation)區間 0~100、明亮度(Value)區間 0~255，分別獨立設定上閾值與下閾值進行篩選，將不必要物件的色彩、亮度過濾，保留我們所需要偵測之色彩空間，僅留下器械的金屬顏色特徵，並藉由二值化轉換進行偵測。



圖九、HSV 區間

1. 將手術影片做 HSV 色彩轉換空間；
2. 將閾值設定留下器械的金屬顏色特徵；



圖十、HSV 色彩轉換

換空間

3. 藉由二值化轉換進行偵測；
4. 觀察偵測結果。

5. 轉換成 HSV 色彩空間實作



圖十一、HSV 色彩空間轉換實作

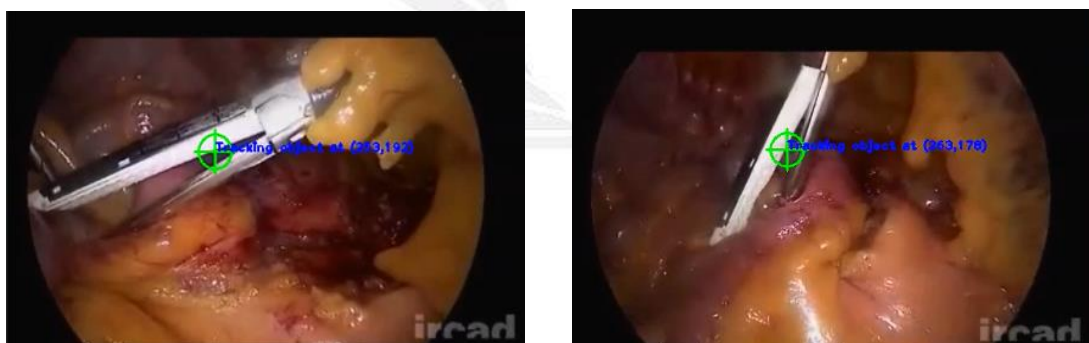
優點：HSV 色彩空間轉換二值化後，能偵測到較明顯的器械後端。

缺點：手術部位若明度類似器械，也有機會誤判而偵測失誤。

(三) Motion Detection

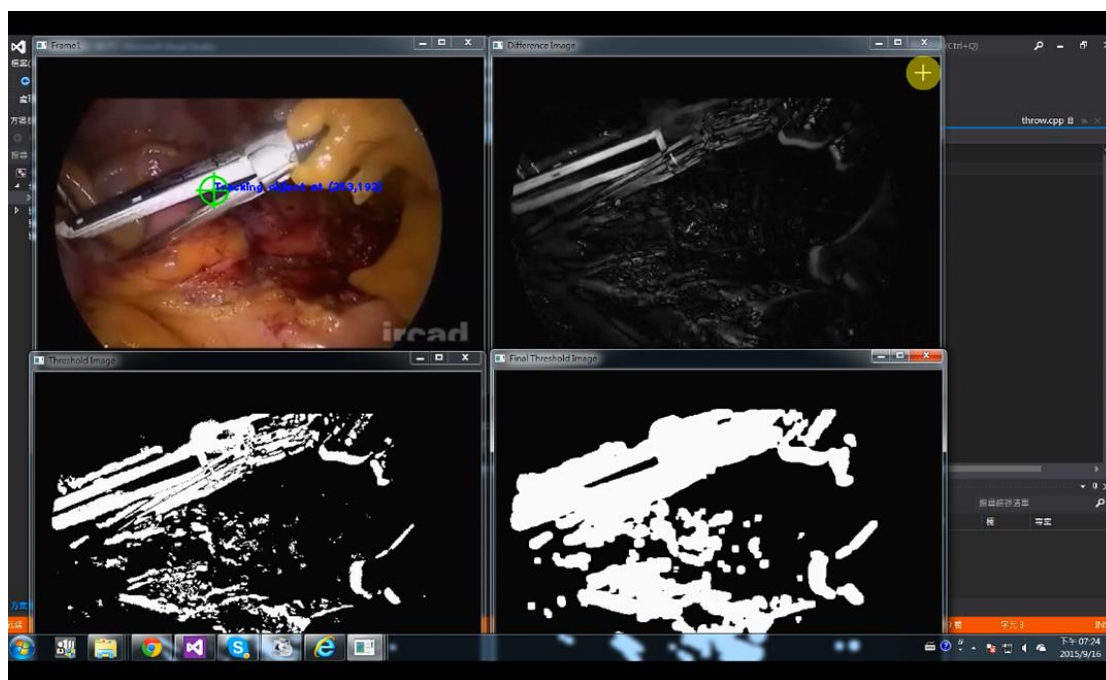
Motion Detection 即是在特定區域中識別圖像的變化，並偵測出運動物件的存在，避免由光線變化帶來的干擾。但是如何從序列圖像中將變化區域從背景圖像中提取出來，還要考慮運動區域的有效分割。臨界值若太高則較弱物件的邊緣就會被忽略；相反的太低，則容易受雜訊的影響，因此決定一個好的臨界值將是移動偵測的關鍵因素。

1. 將手術影片做 Motion Detection ；
2. 結合銳化及二值化設定偵測區域；
3. 調整臨界值；
4. 觀察偵測結果。



圖十二、Motion Detection

5. Motion Detection 實作



圖十三、Motion Detection 實作

優點：器械在手術過程中移動最明顯，因此能利用此優勢來偵測。

缺點：由於手術過程中器械的移動會拉扯手術部位，造成偵測失誤。

肆、實驗結果

方法	Adaboost Haar-like	HSV 色彩空間轉換	Motion Detection
偵測條件	形狀	顏色	狀態
偵測部位	手術器械前端	手術器械後端	移動區域
缺點	正負樣本數 不夠大量 可能偵測失誤	影像明度判讀可 能影響偵測失誤	器械牽動手術部 位可能偵測失誤
偵測率	75%	82%	68%
誤判率	13%	15%	23%

表一、實驗結果

1. Adaboost 之 Haar-like

訓練分類器可以偵測到器械前端，但正負樣本數不夠大量，依然有可能偵測失誤。

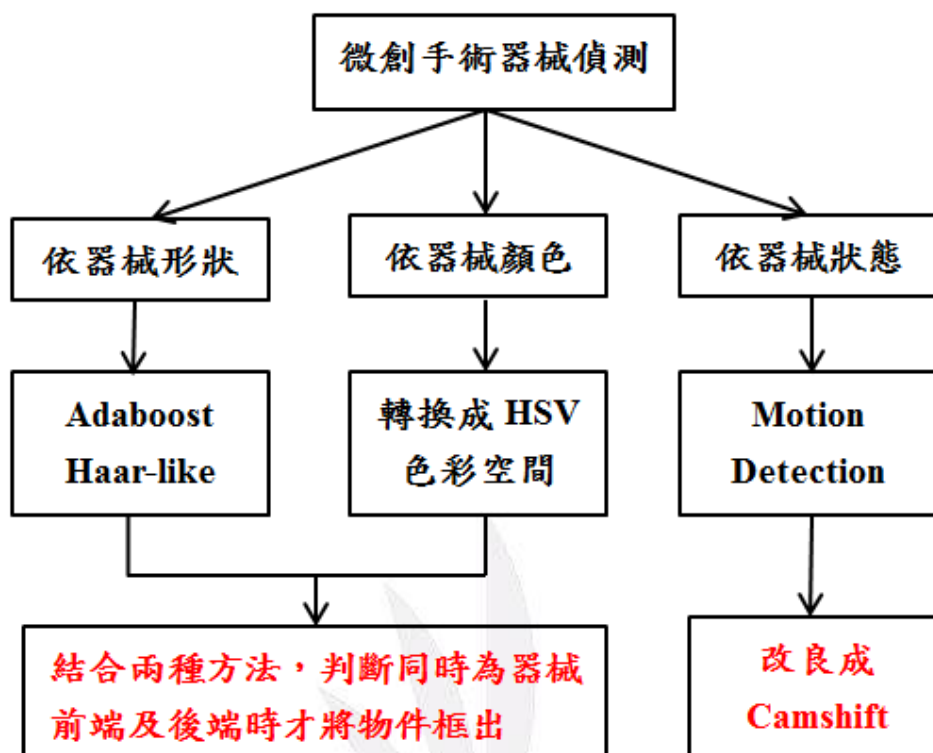
2. 轉換成 HSV 色彩空間

HSV 色彩空間轉換二值化後，僅能偵測到較明顯的器械後端，而手術部位若明度類似器械，也有機會誤判而偵測失誤。

3. Motion Detection

由於手術過程中器械的移動會拉扯手術部位，造成偵測失誤。

伍、解決方法



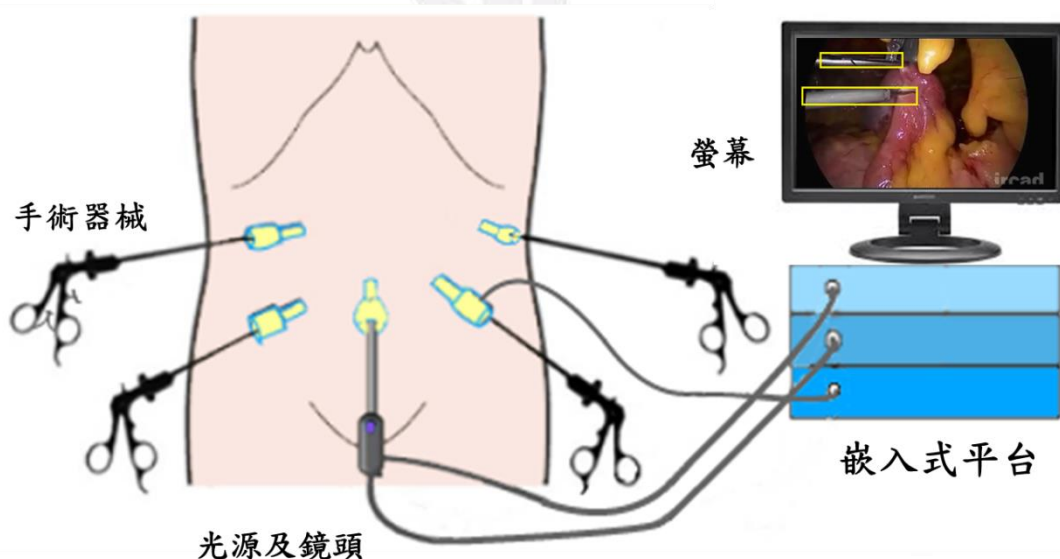
圖十四、解決方法流程圖

1. 持續進行 Adaboost 之 Haar-like 的正負樣本擷取及分類器訓練。
2. 結合 Haar-like 及轉換成 HSV 色彩空間所偵測的結果，判斷同時為器械前端及後端時才將物件框起來，以避免偵測失誤框到器械以外的部位。
3. 運用 camshift 的功能，在一開始進行器械偵測時，便及時做器械追蹤的功能，以提升偵測的準確度。

陸、未來展望

雖然在實作中，三個方法各有缺失，但我們能運用 Adaboost Haar-like、HSV 色彩空間轉換、Motion Detection 這些方法的優點，藉由不同特徵偵測手術器械，將前端與後端同時判斷並偵測，再加上 Camshift 即時追蹤的功能，以提高偵測的準確度。如此一來，當醫生在微創手術進行時，能藉由此研究方法在螢幕上即時的偵測並框出手術器械，便能使手術的進行更加順利。

而軟體部分偵測的準確度提高後，當然需要硬體來協助軟體的執行，因此硬體部分希望能朝嵌入式平台或 FPGA 的方向實現。



圖十五、硬體結合示意圖

參考文獻

- [1] Yucong Lin, S. Saripalli, "Road detection from aerial imagery," *Conf. Robotics and Automation (ICRA), 2012 IEEE International*, pp.3588-3593, 14-18 May 2012.
- [2] P. Hidayatullah, H. Konik, "CAMSHIFT improvement on multi-hue object and multi-object tracking," *European Workshop on Visual Information Processing (EUVIP)*, pp.143,148, 4-6 July 2011.
- [3] HwangRyol Ryu, M. Huber, "A particle filter approach for multi-target tracking," *Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Intelligent Robots and Systems, IROS 2007*, pp.2753,2760, Oct. 29 2007-Nov. 2 2007.
- [4] S. Y. Chen, "Kalman Filter for Robot Vision: A Survey," *IEEE Trans. Industrial Electronics*, vol. 59, no. 11, pp.4409,4420, Nov. 2012.
- [5] C. Curio, J. Edelbrunner, T. Kalinke, C. Tzomakas, W.V. Seelen, "Walking Pedestrian Recognition", *IEEE Trans. Intelligent Transportation System*, vol. 1, no. 3, pp. 155-163, 2000.
- [6] O. Masoud and N. P. Papanikolopoulos, "Robust Pedestrian Tracking Using a Model-based Approach", *Proc. IEEE Conf. Intelligent Transportation System*, pp.338-343, 1997.
- [7] M. Boyle, "The Effects of Capture Conditions on the Camshift face Tracker," Dept. Computer Science, Alberta Univ. Calgary, Canada, Rep. 2001-691-14, 2001.
- [8] Xin Chen, Xiang Li, Hefeng Wu, Taisheng Qiu, "Real-time object tracking via CamShift-based robust framework," *Proc. Int. Conf. Information Science and Technology (ICIST)*, pp.527,530, 23-25 March 2012.
- [9] N. Gordon, D. Salmond, and A. Smith, "Novel Approach to Nonlinear/Nongaussian Bayesian State Estimation," *IEE Proc. Radar and Signal Processing*, vol. 140, no. 2, pp. 107-113, 1993.
- [10] S. Arulampalam, S. Maskell, N.J. Gordon, and T. Clapp, "A Tutorial on Particle Filters for On-Line Non-Linear/Non-Gaussian Bayesian Tracking," *IEEE Trans. Signal Processing*, vol. 50, pp. 174-188, Feb. 2002.
- [11] Qingsong Zhu, Jiaming Mai, Zhan Song, Di Wu, Jianjun Wang, Lei Wang, "Mean shift-based single image dehazing with re-refined transmission map," *International Conference on System, Man and Cybernetics (SMC), 2014 IEEE*, pp.4058-4064, 2014.