

以嵌入式系統為基礎之可攜式藥錠 檢測裝置研發

方姿晴*	郭柏賢	呂全斌
美和科技大學	美和科技大學	美和科技大學
資訊科技系 學士生	資訊科技系 學士生	資訊科技系 副教授
e-mail:	e-mail:	e-mail:
qoo831221@gmail.com	k7773934@gmail.com	chuan.pin.lu@gmail.com

摘要

近年來，"給藥錯誤"案件在醫療錯誤中居高首位，文獻證明透過資訊化設備的協助確實可提昇護理措施的完整性。先前研究曾提出 PC-based 架構的藥錠檢測裝置，已經可以達到高度的比對效果，然而，裝置體積較大，且需結合電腦才可運行，成本較高，適合放置在固定位置使用，較缺乏行動性。為了能讓巡房給藥的護理人員也能夠有藥錠檢測裝置的協助，本研究在此開發一可攜式藥錠檢測裝置。為了讓本裝置能夠可攜，本研究使用 SoC 系統單晶片作為裝置架構的核心，以 ARM-based 架構取代先前 PC-based 架構，利用 Web 化的方式呈現其實驗結果，使用者只要透過具有瀏覽器功能的裝置即可進行操作，更可以達到跨平台的應用，行動性以及裝置成本比起先前研究要來的更好。

關鍵詞：藥錠辨識、醫療照護、數位影像處理、嵌入式系統

Abstract

In recent years, "administration error" in the first case the high medical mistakes documented really care measures can improve through the assistance of information technology equipment integrity. Previous studies have raised PC-based architecture drug ingot detection device can

already achieve a high degree of alignment effect, however, the larger device, and requires a combination of the computer before running, high cost, suitable for use in a fixed position is placed, the more lack of mobility. In order to allow the administration of rounds nurses to assist drug tablets can have detection device, in this present study developed a portable drug detection device ingot. To make the unit capable of portability, this study used a single chip SoC system as the core architecture means to ARM-based architecture replaces the previous PC-based architecture, the use of Web-based way to present their results, as long as the user has a browser through device functions can be operated, it can reach more applications, mobility and cross-platform means better cost than previous studies to come.

Keywords : Drug Identification、Health Care、Digital Image Processing、Embedded Systems

1. 前言

近年來，醫護人員上街抗議現象頻頻發生 [7]，血汗醫院嚴重壓榨護理人員勞動力 [5]，護理人員長期必須面對工作量多、工作環境不佳、薪資低等等因素，長期下來造成許多護理

人員紛紛離職且流動率高[1]，導致護理人員人力嚴重缺乏[4]，也降低醫療照護的品質；根據歐洲的統計，最佳護病比是 1 比 6，也就是每一位護理人員最多照顧 6 位病人，之後每增加一名患者，病人 30 天內死亡的機率就會增加 7%，但根據醫勞盟的調查顯示，台灣的護病比根本爆量，醫護中心的內外科病房甚至可達 1 比 16[9]。

在台灣這樣惡劣的勞動環境下，造成醫療糾紛與工作超量負荷有著直接與間接相關性，以"給藥錯誤"案件為例，在醫療錯誤中皆居高首位，倘若護病比仍舊無法降低，工作環境仍不改善，醫療照護的品質與病人的安全無法獲得真正保障，因此我們期望透過資訊化設備讓護理人員能夠有效掌握每一次護理措施完整性，降低發生人為疏失的機率。

為了協助護理人員提高給藥正確性、降低人為疏失及降低先前裝置成本，本研究改良先前裝置"以影像識別為基礎之藥錠比對方法與裝置之研發"[6]，本研究裝置將不同於先前裝置樣式，除了達可攜式外，將改用 Web 方式呈現其實驗結果，護理人員只要透過具有瀏覽器功能的裝置即可進行操作，因為本研究裝置比起先前要小且攜帶方便，可供醫療院所每層樓的護理站(一對多台)的使用，也可在護理人員查房給藥時，將裝置放置推車上，即可進行藥錠的比對；如此一來，護理人員只要藉由此裝置完成藥錠比對的工作，即可避免護理人員過於忙碌或因疲累而給藥錯誤等等因素發生；經過本研究實驗後，證實本研究改良後的裝置實用性及成本確實與先前研究的裝置相較之下成效更佳。

2. 方法

2-1 檢測裝置硬體架構設計

● 核心單元

在裝置的架構上，本研究裝置從原先的 PC-based 改成 ARM-based，以 SoC(System on

Chip)晶片作為架構的核心，利用 Web 化的方式呈現其實驗結果，打造一可攜式藥錠檢測裝置，此裝置需進行影像擷取、演算法計算，考慮到硬體要有一定程度的性能才行，經過評估找到 Raspberry Pi 2 Compute Module Development Kit[16] (如圖 1 所示)作為該應用的核心控制裝置，該模組配備的 SoC 為 Broadcom BCM2836 晶片(內含 900 MHz Quad-core ARM Cortex-A7 CPU +Dual Core VideoCore IV Multimedia Co-ProcessoGPU)、1GB LPDDR2 記憶體，同時設置有 microSD 儲存模組、40 個 GPIO 腳位、4 個 USB2.0 的通訊介面、10/100 RJ45 Ethernet 通訊埠、低功耗約 0.5W~1W；此晶片可以裝載容量小且支援浮點運算與提供多媒體服務的 Embedded Linux 作業系統 Raspbian[17]，配合 Node.js[14]提供網站的服務，Raspbian 是由 Thompson 與 Green 所開發出，其基礎為 Debian 系統的延伸；Thompson 與 Green 針對 Raspberry Pi 的硬體對 Debian 系統進行了專門的優化和移植。



圖 1、Raspberry Pi 2 Compute Module[16]

● 網路單元

由於先前研究所使用操作的方法均是透過顯示器做為結果的輸出，與需要搭配電腦、鍵盤及滑鼠行操作。現今科技發達，手持裝置也跟著普及化，因此本研究決定以手持裝置透過網路連結本裝置進行操作，由於在同一個區域網路之間互相傳遞訊息比較快速且穩定，所以本研究決定以區域網路的方式進行訊息的傳遞。經過評估後，本研究使用 Netis WF2405

無線路由器模組(如圖 2 所示)。該模組成本低，內建具有 DHCP 伺服器 (Dynamic Host Configuration Protocol)、可設定固定 IP、5V 電壓即可驅動等優點。Raspberry Pi 2 與手持裝置連結無線路由器模組，如此一來，Raspberry Pi 2 與手持裝置就能形成一個區域網路，藉此，手持裝置就可以透過 Wi-Fi 訊號間接操作 Raspberry Pi 2 進行檢測運算。



圖 2、無線路由器模組

● 電源供應單元

電源是關係到本裝置能不能達到可攜式檢測裝置的關鍵。先前研究所使用的電源來源是使用 110V/220V 交流電轉直流電。此裝置需達到可攜式，且並非電源可以隨處可得，經過評估後，決定使用一般行動電源所使用的可充式 18650 鋰電池(如圖 3 所示)。此電池單顆電壓為 4.2V，而電力又會影響本裝置的續航時間，本研究決定使用六顆鋰離子電池進行串聯，配合穩壓電路就能獲得穩定的 12V 的直流電源供給本裝置使用。充電只需要 5V 的直流電，因此，電源輸入只要使用一般手持裝置充電器與傳輸線即可充電。



圖 3、18650 鋰電電池[3]

2-2 影像擷取

由於 Raspberry Pi 2 設置有 USB 通訊介面，嵌入式作業系統 Raspbian 同時也提供 USB

介面攝影機驅動，在取像選擇攝影機的部分，本研究考慮到成本問題以及耐用性，更重要的一點是必須避開廣角鏡的攝影機避免影像變形，故我們選用 IPEVO P2V USB[13]實物攝影機進行藥錠影像的擷取，使用這類攝影機具有容易取得、成本不高、耐用、可直接更換等優點。此外，為了避免有外在光源的干擾、保持環境的一致性以及影像品質優劣，本研究使用一深色塑膠盒作為密閉小型取像室(如圖 4 所示，圖 4a 為外部圖，圖 4b 為內部圖)，如此一來，就能確保取像品質。由於藥錠外觀(形狀、顏色與厚度)皆不相同，相對的光源會直接影響藥錠取像的結果；本研究光源則選用 LED 白色環型燈及 LED 白色燈條，分別為正向光源與側向光源；本研究利用正向光源打光擷取藥錠影像，有利於藥錠的色彩分析，而使用側向光源的目的是，由於正向光源所拍攝出來的藥錠影像背景複雜，存在著許多雜點，為了簡化影像處理的難度，故選擇使用側向光源拍攝藥錠影像，有利於藥錠的形狀分析。結果如圖 5 所示(圖 5a 為正向光影像，圖 5b 為側向光影像，圖 5c 為正向光去背景影像，圖 5d 為側向光去背景影像)。



a. 外部圖

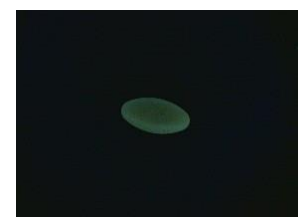


b. 內部圖

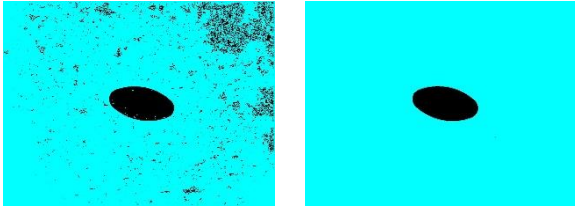
圖 4、可攜式藥錠檢測裝置



a. 正向光影像



b. 側向光影像



c. 正向光去背景影像 d. 側向光去背景影像
圖 5、影像擷取

2-3 藥錠影像分析

為了避免運算非藥錠區域影像的資訊及影響其運算結果與減少運算時間；本研究在進行特徵擷取時，只需要保留藥錠區域影像，為此，在影像擷取後，需要透過擷取藥錠區域影像的動作，才能進一步進行特徵擷取。藥錠影像特徵擷取流程圖(如圖 6 所示)。而藥錠影像分析分為三大部分：擷取藥錠區域影像、藥錠形狀幾何特徵與藥錠色彩特徵等資訊。

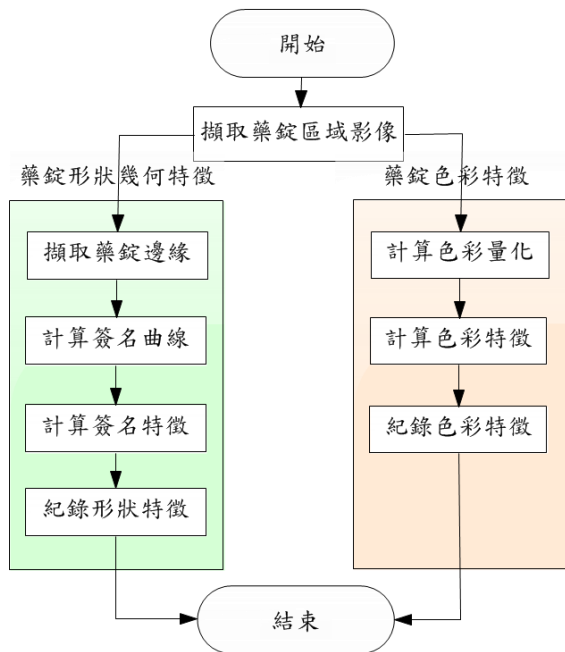


圖 6、藥錠影像分析流程圖

● 擷取藥錠區域影像

由於藥錠影像必須去除背景及雜訊才能獲取所需藥錠區域的影像，此階段只針對測向光拍攝的影像作為擷取藥錠區域的依據。圖 7 為擷取藥錠區域影像流程圖，透過 Edge Drawing(簡稱 ED)[18]邊緣檢測演算法進行邊

緣檢測，得到的邊緣線做為藥錠外觀的輪廓，由於 ED 具有不斷線且邊緣線寬度為一個像素等特色(如圖 8 所示)，故可以用於後續藥錠形狀幾何特徵的計算，然而，再透過 Fast Connected-Component Labeling(簡稱 FCC Labeling)做藥錠影像區域標記[11]，最後，計算藥錠區塊範圍，並將藥錠切割出來(如圖 9 所示，圖 9a 為正向光影像，圖 9b 為側向光影像)，以便後續特徵計算。

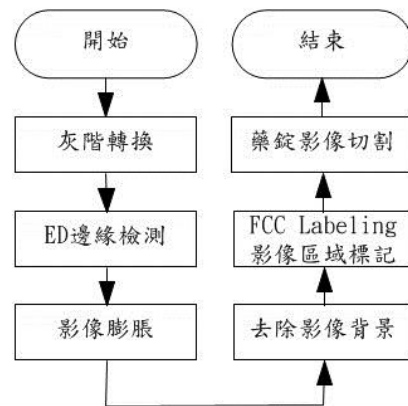


圖 7、擷取藥錠區域影像流程圖

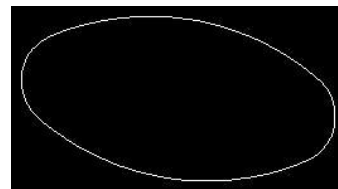
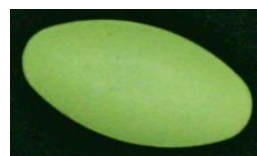
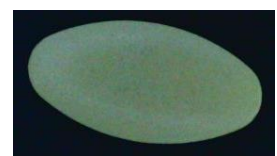


圖 8、ED 邊緣檢測影像



a. 正向光



b. 側向光

圖 9、擷取藥錠區域影像

● 藥錠形狀幾何特徵

為了區別藥錠的形狀，我們透過上述的 ED 邊緣線擷取藥錠外觀的輪廓(如圖 8 所示)，並計算輪廓特徵，本研究利用一維的簽名(signature)[10]做處理，本研究的做法是由上往

下由左至右碰到第一個是藥錠輪廓像素點時，將該像素點做為起始點，依序以順時針方向逐一計算每一像素點離中心點的距離(r_i)，並將每一個距離描繪在平面座標上且連結起來，該曲線圖即為簽名曲線(如圖 10 所示)；最後，以曲線的平均值(Means, μ)與變異數(Variance, ρ^2)[8]來做為藥錠形狀特徵 $v = (\mu, \rho^2)^T$ ；兩個統計參數可用來比較形狀的變化，由於本研究所比對的藥錠影像皆在本實驗裝置上擷取，基於每顆藥錠的影像空間解析度相同，若將曲線的面積進行積分(藥錠影像面積)，就可用來比較藥錠的大小。

變異數的定義為：

$$\rho^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 \quad (1)$$

其中 n 為藥錠輪廓點總數量。

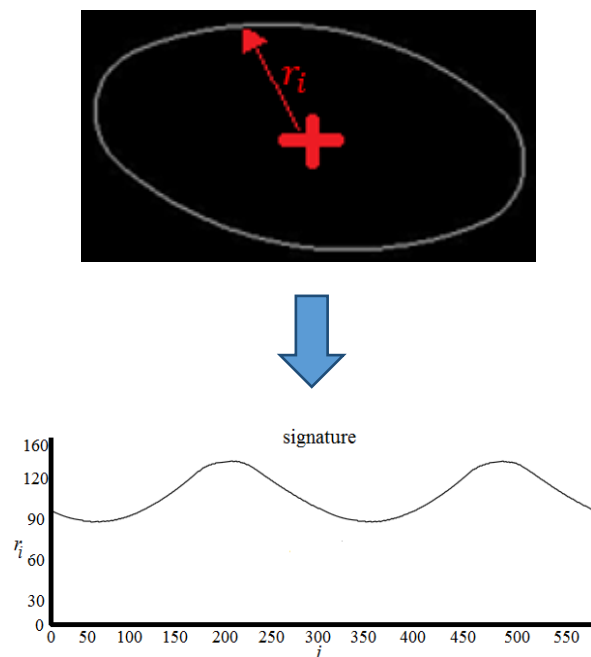


圖 10、藥錠簽名曲線

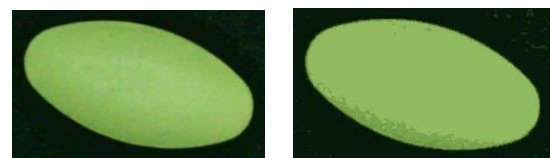
● 藥錠色彩特徵

色彩對於醫用藥物區別是一項重要資訊，藥物廠商為了要區別藥物功能，會透過色彩的改變來做區隔。此階段本研究利用正向光來擷影像進行色彩分析，我們使用色彩量化演算法配合色彩像素數量的篩選，來分析藥錠色彩的代表性顏色，做為色彩特徵。由於先前研

究使用兩種色彩量化方法來實驗，分別為 Media-cut 演算法[12]與 Fuzzy C-mean 演算法[15]，其結果相近，為了考量演算收斂與計算速度的問題，本研究延續先前研究方法，採用 Media-cut 演算法做為色彩量化方法。結果如圖 11 所示(圖 11a 為量化前影像，圖 11b 為量化後影像)。

Media-cut 演算法流程(假設量化 6 個顏色)：

- 步驟(1) 切完第一次後(1st)，得到 $y_1^{(1)}$ 與 $y_2^{(1)}$ ，因為要切割六個顏色，所以繼續切割 $y_1^{(3)}$ 。
- 步驟(2) 由於 $W_1 > W_2$ ，所以先切 W_1 區域(2nd)，得到 $y_3^{(2)}$ 與 $y_4^{(2)}$ ，接著再比較 W_2 、 W_3 、 W_4 ，發現 W_2 比較大，所以在 W_2 區域進行切割(3rd)，得到 $y_1^{(3)}$ 與 $y_2^{(3)}$ ，但仍未切割到 6 個顏色，但此時進行 $y_1^{(3)}$ 。
- 步驟(3) $W_3 > W_4 > W_5 > W_6$ ，繼續切 W_3 (4th)，得到 $y_5^{(4)}$ 與 $y_6^{(4)}$ 。
- 步驟(4) $W_4 > W_5 > W_6 > W_8 > W_7$ ，繼續切 W_4 (5th)，得到 $y_3^{(5)}$ 與 $y_4^{(5)}$ 。
- 步驟(5) 已經得到需要的六個顏色，所以停止切割 $\{y_1^{(3)}, y_2^{(3)}, y_3^{(5)}, y_4^{(5)}, y_5^{(4)}, y_6^{(4)}\}$ 。



a. 藥錠量化前 b. 藥錠量化後

圖 11、藥錠影像量化結果

3. 實驗結果

將上述藥錠兩項特徵實驗結果展現在此章節中，實驗項目分別為藥錠形狀特徵擷取、藥錠色彩特徵擷取。

3-1 藥錠形狀特徵擷取實驗

此實驗依據大型藥物資料庫 Drug.com 中所統計常見的藥錠形狀有 17 種(如圖 12 所示)，

再依據圖 12 列出的藥錠形狀所計算出的藥錠形狀特徵 v 於表 1 中展示。將 10 顆藥錠所計算出的形狀特徵值與表 1 常見藥錠形狀的相對應之特徵值進行比對，以 Two-norm 歐幾里得方式進行相似度計算，假設 p 定義為核對藥物影像特徵， q 定義為表 1 標準樣本， $d(p,q)$ 則為 p 與 q 的相似度；選擇最大相似度(最小 D)做為形狀特徵結果，表 2 為藥錠形狀特徵結果。

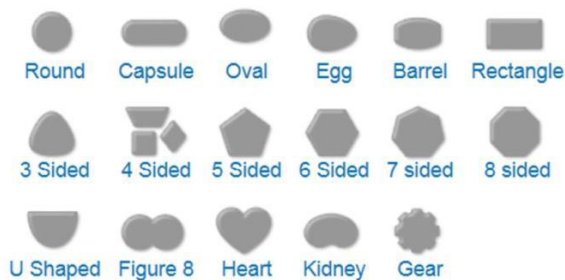


圖 12、常見藥錠形狀[2]

相似度 D 的定義為 Two-norm 歐幾里德距離：

$$D = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (2)$$

3-2 藥錠色彩特徵擷取實驗

此實驗將 10 顆藥錠進行 Media-cut 色彩量化演算法，本研究將藥錠色彩量化成 6 種色彩，並在這 6 種色彩中，找出色彩分佈面積最大的區域，也就是像素數量最多的，做為該藥錠的代表性顏色；因此，我們就能擷取該藥錠的色彩特徵，而色彩特徵擷取的實驗結果呈現於表 3 中。

4. 結論

本研究成功將先前研究的硬體架構轉移至 SoC 架構，在實驗過程中，克服了與先前研究所使用的光源不同的問題，發現因為取像的環境不同以及裝置的大小也有差異；本研究確認了可攜式藥錠檢測裝置的硬體架構。未來我們將針對先前研究所使用的 OCR(Optical Character Recognition)光學文字辨識方法進行藥錠壓印辨識，讓此研究結果能夠更完善。

5. 參考文獻

- [1] 1111 人力銀行 護理難為?! 護理人員工作現況調查 <<新聞稿>> , http://www.1111.com.tw/news/surveynews_con.asp?ano=53729
- [2] 17 種常見藥錠形狀, <http://www.drugs.com>
- [3] 18650 Panasonic NCR18650A 3100mAh Li-ion Battery Cell Flat Top Case Included , <http://www.orbtronic.com/batteries-chargers/panasonic-3100mah-ncr18650a-li-ion-rechargeable-18650-battery-cell-made-in-japan>
- [4] 中華民國護理師護士公會全國聯合會新聞稿, <http://www.nurse.org.tw/defaultNewsView.aspx?newsID=1719&timeStamp=1332213231817>
- [5] 天下雜誌 現場還原:血汗護理師的一天, <http://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5066418>
- [6] 呂全斌、黃霽，”以影像識別為基礎之藥錠比對方法與裝置之研發”，2014 AIT 資訊科技國際研討會，論文編號:910。
- [7] 要求正常班表 護理人員再上街【記者呂苡榕 台北報導】，<http://zooney0723.pixnet.net/blog/post/45567528-%E8%A6%81%E6%B1%82%E6%AD%A3%E5%B8%B8%E7%8F%AD%E8%A1%A8--%E8%AD%B7%E7%90%86%E4%BA%BA%E5%93%A1%E5%86%8D%E4%B8%8A%E8%A1%97-->
- [8] 維基百科 - 變異量數 , <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%96%B9%E5%B7%AE>
- [9] 醫勞盟抗議:1 護理師照顧 16 病人,遠超出最佳護病比 1 比 6 , <http://www.thenewslens.com/post/162019/>
- [10] Gonzalez, Rafael C., Woods, Richard E.,

- (2002). *Digital Image Processing*. Second Edition, Prentice-Hall.
- [11] He, L., Chao, Y., Suzuki, K., & Wu, K., (2009). *Fast connected-component labeling*. *Pattern Recognition*, 42, 1977-1987.
- [12] Heckbert, P. S., (1982). Color image quantization for frame buffer display. *Comput Graphics*, 16(3), 297-307.
- [13] IPEVO , <http://www.ipevo.com.tw>
- [14] Node.js , <https://nodejs.org>
- [15] Ozdemir D, Akarun L, (2002). A fuzzy algorithm for color quantization of images. *Pattern Recognition*, 35, 1785-1791.
- [16] Raspberry Pi 2 Module , <http://www.raspberrypi.org>
- [17] Raspbian , <https://www.raspbian.org>
- [18] Topal, C., Akinlar, C., (2012). Edge Drawing: A combined real-time edge and segment detector. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 23, 862-872.

表1、17種常見形狀之藥錠，相對應之特徵值 $v(\mu, \rho^2)$ [6]

形狀	$v(\mu, \rho^2)$	形狀	$v(\mu, \rho^2)$
Round	(98.5,0.3)	5 Sided	(83.1,47.5)
Capsule	(69.0,510.9)	6 Sided	(90.6,16.4)
Oval	(75.5,247.7)	7 Sided	(91.3,11.6)
Egg	(83.8,95.9)	8 Sided	(94.7,5.1)
Barrel	(79.0,217.3)	U Shaped	(71.5,208.4)
Rectangle	(70.2,525.6)	Figure 8	(78.8,331.5)
3 Sided	(84.5,53.6)	Heart	(84.7,121.0)
4 Sided_1	(80.7,78.7)	Kidney	(70.5,435.5)
4 Sided_2	(78.7,84.1)	Gear	(87.7,69.3)
4 Sided_3	(73.8,120.2)		

表 2、藥錠形狀特徵實驗結果

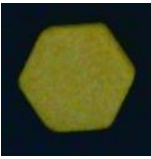
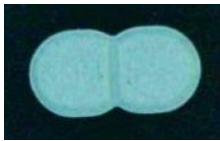
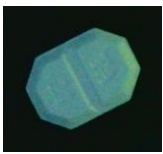






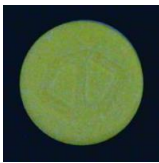
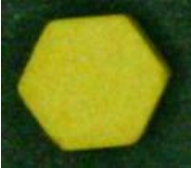

















編號	藥錠影像	形狀特徵 $v(\text{Means}, \text{Variance})$	編號	藥錠影像	形狀特徵 $v(\text{Means}, \text{Variance})$
M1		(44.2,2.7)	M6		(51.4,167.1)
		D=59.2, "5 Sided"			D=166.1, "Figure 8"
M2		(52.7,37.2)	M7		(62.9,0.1)
		D= 52.8, "8 Sided"			D=35.5, "Round"
M3		(65.2,117.0)	M8		(84.1,500.9)
		D=13.0, "Oval"			D=18.1, "Capsule"
M4		(84.8,427.1)	M9		(50.8,135.3)
		D=85.1, "Capsule"			D= 375.9, "Capsule"
M5		(81.1,0.1)	M10		(77.6,0.4)
		D=17.3, "Round"			D= 20.8, "Round"

表 3、藥錠色彩特徵實驗結果

編號	藥錠影像	代表性顏色 (R,G,B)	編號	藥錠影像	代表性顏色 (R,G,B)
M1		RGB(186,175,26)	M6		RGB(138,195,153)
					
M2		RGB(236,232,228)	M7		RGB(192,148,24)
					
M3		RGB(161,72,129)	M8		RGB(235,232,226)
					
M4		RGB(231,236,200)	M9		RGB(236,233,228)
					
M5		RGB(114,173,109)	M10		RGB(206,236,72)
		