

以影像識別為基礎之藥錠比對方法與裝置之研發

呂全斌*、黃霽**

摘要

近幾年，社會出現護理人力嚴重不足的問題，而護理人力不足也導致病人受護品質降低與死亡風險的提高；以給藥為例，"給藥錯誤"事件在世界各國的醫療不良事件中皆高居首位，一旦遇到藥發錯，護理人員很容易造成醫療糾紛而身陷囹圄。過去僅有少數文獻進行藥物影像辨識研究，未見有針對此應用的研究被提出；為此，本研究進行一項以藥錠核對為目的之藥錠影像比對方法與裝置的研發，期望透過此裝置協助護理人員於給藥前進行藥錠核對，達到降低人為疏失，提高病人用藥安全的目的。為了要做到藥錠辨識自動化功能，本研究以電腦視覺技術為基礎，設計所需的裝置與影像處理演算法。方法上則使用藥錠形狀、顏色與壓印等影像特徵資訊來做為辨識依據；其中，演算法包含使用簽名特徵來描述形狀、色彩量化估算藥錠顏色、光學字元辨識來識別壓印與自行設計之影像處理方法，本研究所使用的方法，僅以形狀或顏色來進行辨識，準確度高達 100%，壓印文字辨識率的部分則維持在 88%左右，在文章實驗的部分展現本研究所開發的演算法與裝置的可行性。

關鍵字：藥錠辨識、影像處理、醫療照護、藥錠影像檢測系統

*美和科技大學資訊科技系助理教授兼系主任

**美和科技大學資訊科技系學生

壹、前言

近幾年，社會頻頻發生護理人員因過勞而爆發離職潮(陳廣瑞、陳雨柔，2012)，以及護理人員期望改善工作環境而走上街頭的現象(夏君誠、鄭亦真，2012；連昭慈、李宇承，2012)，政府也經常是受限於健保虧損而讓政策難以推行；行政院衛生署國民健康局日前在 2011 年時公佈“台灣人口老化地圖”(行政院衛生署國民健康局，2011)，衛福部更以“老化海嘯襲台”來形容台灣人口老化速度激增的現象，我國現階段已經是人口老化社會，伴隨著人口老化的問題是疾病型態慢性化的問題，這問題使得我國身心障礙或老衰的人口持續增加，同時失能人口將日益增加，這表示各類的長照與養護機構對護理人力的需求是大量激增，這對原本護病比已經超標許多的醫療機構而言，無疑是雪上加霜。依據醫院設置標準規定(林綽娟、呂桂雲、李素華，2005)，四個病床就必須配置一位護理師，護病比為 1：3，然而，政府經過長期積極的努力之後至今年連 1：7 都達不到(盧孳艷，2011)。許多研究針對護病比與醫療安全之間的相關性進行了深入的探討，例如 Aiken, Clarke, Sloane, Sochalski 與 Silber(2002)曾經進行過一項護病比的研究，並於結果中指出，一位護理師多配置一位病患，導致住院三十天的病人大幅增加 7%的死亡率；這樣的結果也同樣出現在 Needleman, Buerhaus, Mattke, Stewart 與 Zelevinsky(2002)，以及 Yang(2003)和 McGills, Hall, Doran 與 Pink(2004)的研究調查結果上；Lang, Hodge, Olson, Romano 與 Kravitz(2004)進行了護病比的研究，研究結果中顯示出，充裕的護理人員可以降低醫療疏失，對於住院病人死亡率的下落、病人恢復健康速度的提升與住院天數的縮短有著強烈的幫助。

我國近十年來出現了護理人員的培訓趕不上人力退休、轉職與流失的問題，追究其原因，並非是學校未培養足夠的護理人才，而是不佳的工作環境導致從業的護理人員紛紛轉職的情況；其中屬“醫療糾紛”為最主要因素，護理人員平日工作就有許多項的護理措施容易發生醫療糾紛，如注射、給藥、導尿等護理措施。財團法人醫院評鑑暨台灣醫療品質策進會於日前進行全國性醫療不良事件調查(郭素娥、姚銘忠、楊鎮嘉、黃梅芬，2008；張念中、陳聰富，2011)，調查中指出每年因醫療疏失而死亡的人數約在 6 千人到 2 萬人之間，其中常見五項的不良事件分別為“給藥錯誤”、“院內感染”、“手術產生合併症”、“住院跌倒”與“打錯針”等。而“給藥錯誤”事件在世界各國的醫療不良事件中皆高居首位，給藥錯誤會直接影響病人醫療安全，並造成嚴重傷害甚至導致死亡，雖然有“三讀五對”核對藥物的程序，但現在藥物調劑並非是護理人員的職責，護理人員僅負責藥物核對與發藥，由於醫院引進大量的新式藥物，即便經驗豐富的醫護人員也無法記住所有藥物的外觀，因此就會出現“給藥錯誤”事件。許多文獻指出郭素娥等人(2008)；張念中、陳聰富(2011)；何世杰、阮祺文、林月招、周志中、侯秀慧與許維尹(2001)；Benner, Sheets, Uris, Malloch, Schwed 與 Jamison(2002)；石崇良(2004)；林秋芬、陳玉枝、張文英、高靖秋、林月桂與盧美秀(2005)；陳玉枝(2007)；吳祥鳳、于

漱、藍雅慧與唐福瑩(2012)，台灣病房常規給藥疏失佔醫療不良事件的 23%，同樣是高居所有疏失的首位，給藥疏失包括口服及針劑藥物的劑量錯誤、給錯藥或給錯病人等項目；而急診室、加護病房及兒科病房為醫院內是最容易發生給藥錯誤，且容易導致病人嚴重傷害的三個高警覺單位吳祥鳳等人(2012)。文獻林綽娟等人(2005)調查指出一位新手或資淺的護理人員，在執業初期無法有效將課堂上傳授的知識應用在臨床實務上，護理臨床學習這項表示護理人員的實務經驗是相當重要的，相關的研究結果顯示出，在流動率高的情況下，是無法養成出一個經驗豐富的護理人員，而護理經驗不足的護理人員所引起的醫療不良事件機率，也會比經驗豐富人員來的高。

"給藥錯誤"醫療疏失的因素與護理人員執業經驗、工作超量負荷有直接與間接的相關性，若醫療院所無法降低護病比、改善工作環境品質來留住足夠實務經驗的護理人才，病人的照護品質與安全是無法獲得真正保障。但我們仍可透過資訊化設備來讓護理人員能有效掌握住每一次護理措施完整性，避免發生人為疏失的可能性。許多研究中(Marion, Kathryn, Susan&Judith, 2000；Linda&Jeanne, 2009；Royle, Blythe, DiCenso, Boblin-Cummings, Deber&Hayward, 2000；Huang, Chang, Li, Tang&Lee, 2011；邱曉彥、陳靜敏, 2010)證實了使用資訊設備或系統，確實可以讓護理人員降低工作負荷、協助工作的進行、提高病人的醫療安全與照護品質，護理人員能有多一些時間專注在病人病灶康復狀況上。近年來，許多醫院嘗試應用資訊科技以提昇病人安全，尤其是在給藥安全方面，現階段醫院常見於調劑室應用條碼技術於配藥流程。條碼系統雖然對於給藥疏失有一定程度的改善，但仍存在著一些問題(吳祥鳳等人, 2012；張黎露、曹澤源、鄭春秋、陳明琪, 2006)，例如急診室基於時間緊迫關係，無法使用較安全的條碼給藥系統；藥品的條碼標籤比率過低；單一包裝藥品有減少的趨勢；藥品標籤格式不統一；醫院自行貼上標籤所衍生的問題等等。為了協助護理人員提高給藥正確性，杜絕人為疏忽，本文章研發"以影像識別為基礎之智慧型藥物核對裝置"，在給藥之前，護理人員先把藥物放入裝置內，裝置內的影像辨識系統透過藥錠影像來自動辨識與比對，若發現與該病人用藥有不符之藥物，系統則發出警訊。此自動化裝置將可解決醫護人員現場核對藥物的需求，即便護理人員因工作忙碌無法逐一核對多位病人的藥物、或分心看錯藥物、或心情不穩定不願核對、或未看過的新式藥物、或給藥前的再次核對，都能藉由此裝置來代為完成核對藥物工作。

貳、背景與目的

近十年來，電腦視覺技術已經成功的被應用在許多地方，如人臉辨識、光學字元辨識、圖形辨識、多媒體互動、指紋辨識、機械視覺、工業檢測...等等，只要是需要用到人眼來進行的工作，都可以使用電腦視覺來代替，電腦視覺優點為穩定、標準化、重複執行可獲得一致性的結果、可進行超高量訊息處理、單一性...等優點，恰巧可以補足人缺乏之處，但圖形辨識是個複雜且不易的問題，必須依

賴影像處理演算法來達成。目前藥物影像辨識的研究文獻並不多，文獻(Yu, Wen, Lu&Chen, 2012; Morimoto&Fujii, 2011; Lee, Park, Jain, 以及 Lee, Park, Jain&Lee, 2012)為探討藥錠(Drug Tablet)影像檢索方法為主，並將影像處理技術應用在毒品的偵查上，在影像辨識程序也僅處於半自動化的階段，文獻(Yu, Wen, Lu & Chen, 2012)是吾等先前的研究，主要是針對毒品識別來進行，僅使用形狀與壓印特徵來進行判斷，由於毒品與藥錠在外觀上有明顯的不同，所以使用的方法也不完全適用於藥錠辨識應用；文獻(Morimoto&Fujii, 2011)此研究主要是針對單一藥錠進行識別，並且設計一藥錠取像方式來取得藥錠雙面影像，此架構雖然新穎，經驗證發現此法存在著許多問題，該研究使用高斯函數的差值擷取藥錠壓印，並透過 Log-polar Transform 將藥錠壓印轉換成 Log-polar 轉換影像，將轉換後的影像透過垂直平移的自相關運算來分析出藥錠壓印與標準壓印方向的旋轉角度，並進行角度校正，之後在與資料庫中的樣本，進行相關性比對，找出最相似樣本；此方法使用相關性比對需要較多的計算時間，比對正確性也存在較多的問題。Lee 等人 2012 所提出的藥錠影像檢索技術主要是使用色彩、形狀與壓印三種特徵來做為藥錠辨識的依據，該文獻使用色彩統計，將藥錠的色彩平均切割方式將顏色分成 64 個顏色，並用作藥錠的代表性顏色，過程中也將壓印一起納入計算，此方法存在著許多缺點，如陰影干擾、色彩成分數量不一，平均運算是一種最簡單的色彩量化方法，但量化結果並不理想，有許多探討色彩量化的文獻已經證實過這點，因此需要透過色彩量化處理來找出藥錠的代表性顏色。其次是形狀特徵擷取方法，該文獻使用 Hu 於 1962 所提出的不變矩(Invariant Moments)特徵，來作為形狀特徵，同時使用藥錠影像邊緣梯度變化的 2 階與 3 階不變矩，來做為形狀特徵(生成七個特徵值)。此方法存在三個問題，一是作者 Lee 直接使用影像梯度值來進行形狀特徵分析，而藥錠影像必須是落在整體影像中間位置；二是必須定義邊緣梯度變化值的閾值，這並不容易，尤其是當藥錠壓印的梯度值大於邊緣時，此方法將會失敗；三是由於藥錠是具有厚度之物體，經光照後難免會有陰影出現，此時，陰影將會嚴重影響到形狀特徵；該文獻使用 Lowe 於 2004 所發展出的尺度不變特徵轉換(Scale-Invariant Feature Transform / SIFT)與 Ojala, Pietikainen&Maenpaa 於 2002 所發展出的多尺度區域二元樣式(Multi-scale Local Binary Pattern / MLBP)來擷取壓印特徵。SIFT 尺度不變特徵轉換是 Lowe 在 2004 年所發表的尺度不變性特徵檢測技術，此方法是一種基於尺度空間、對圖像縮放、旋轉甚至仿射變換保持不變性的特徵匹配算法；由於此方法的不變特性在近幾年逐漸受到重視與廣泛應用。SIFT 尺度不變特徵轉換的優點是影像的局部特徵，該特徵對旋轉、尺度縮放、亮度變化保持不變性，對視角變化、仿射變換、雜訊也保持一定程度的穩定性。因此，相當適合用在分析的物體影像有角度、尺度與遮蔽變化的應用上，藥物辨識的應用就相當的合適。然而，有文獻指出 SIFT 有著生成的每個特徵是否具代表性的問題(Li, Park&Jain, 2011)、如何降低特徵維度、顏色與外型特徵之間的權重關係，這些都存在著許多需解決的問題，而這些問題都仍需要深入探討。除了上述演算法的問題外，上述文獻都未提及藥錠取

像部分，由於藥錠的影像品質決定整體的影像處理方式，若無法獲得具一致性的影像品質，所設計的演算法將難以適用於每一顆藥錠。基於以上的文獻探討，可以獲知現階段的藥物影像辨識研究 Yu 等人研究與 Lee 等人研究最值得參考，然而這兩篇文獻所使用的方法各有優缺點，也都仍有改善空間，為了能設計出最佳的智慧型藥物核對裝置來協助護理人員核對多位病人藥物，此研究設計藥錠影像辨識演算法，並配合自行設計之藥錠取像裝置，來做到藥錠辨識自動化的目的。

在自動化影像檢測的應用上，目標物影像品質決定影像處理演算法與影像特徵識別方式，而藥錠的形狀至少有 17 種(Drug Information Online)，有丸狀、片狀、橄欖球狀、菱形狀...等；藥錠表面有平面與弧面兩種；部分藥錠表面刻有壓印，而另一部分的藥錠則不具壓印；另外，若使用相同光源照射在不同表面形狀的藥錠上，壓印影像清晰度會有不同的情況，這一點容易導致相同演算法在部分藥錠上是可行的，而用其他藥錠則是失敗；在此研究中，設計一種多次打光方法與藥錠壓印強化的演算法，來解決藥錠影像清晰度不一致的問題。為此，我們自行設計取像裝置能讓人員只需將藥錠放入此裝置，此裝置能自動進行取像，以及自動進行識別與比對，並告知人員比對的藥錠是否符合醫師處方簽的藥錠。由於本研究應用與上述文獻應用目標不盡相同，所以影像處理演算法設計也會有所不同；在藥錠影像特徵分析上，同樣是使用外型、顏色與壓印來做為藥錠影像的比對，詳細方法將於以下章節中進行說明。

參、方法

一、藥錠影像擷取

(一) 取像裝置

為了要獲得最佳的藥錠影像品質與達到自動化取像目標，此研究設計一組取像裝置，在取像裝置中設置上下兩部攝影機與兩組光源(正向光源與側向光源)，可直接取得藥錠正反兩面影像，光源則使用一般 LED 白光來進行打光。由於藥錠外觀(形狀、顏色、壓印與厚度)皆不相同，光源強度與打光方向直接影響到藥錠的成像，由其在刻痕部分，這是因為藥錠曲面與壓印刻痕深淺皆不同，光線強弱與投射方向的改變會使得藥錠壓印影像強度會隨之改變，而藥錠影像會影響到整個演算法的設計，這一點相當重要，然而在先前所提的文獻中皆以手動方式取得最佳影像，因此未能提到此部分。本研究所設計的取像裝置示意圖如圖 1 所示，單一面藥錠取像兩次，配合正向光打光擷取藥錠影像，此影像有利於分析藥錠顏色；另一次是配合側向光取向，此影像有利於擷取藥錠影像、壓印與去背景(取像結果如圖 2 所示)，藥錠影像空間解析度(Spatial Resolution)為 45 micrometer/pixel。從圖 2 中可發現，正向光所取得的藥錠影像其顏色與外型很清楚，但相對的背景影像也容易顯現出來，由於藥錠兩面影像必須同時擷取出來，因此呈藥盤必須使用透明材質才能擷取到藥錠的背面影像，而背景影像的顯現對後續的影像處理是個困難挑戰；此外，不清晰的藥錠壓印也是個難解決的問題；

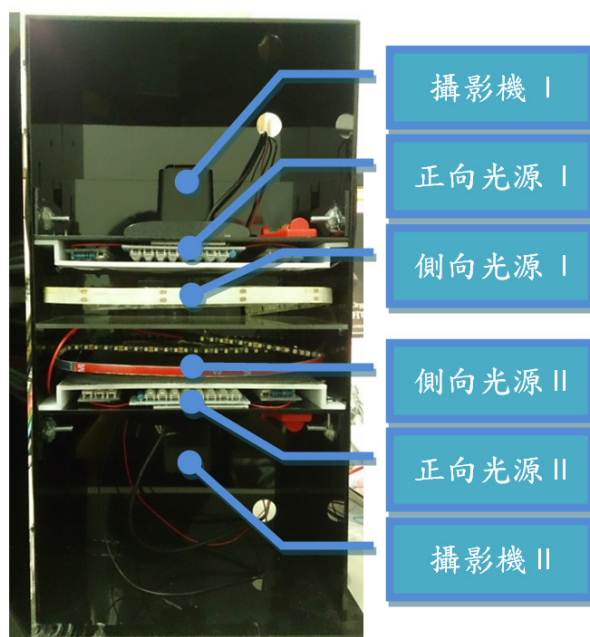


圖1 裝置示意圖

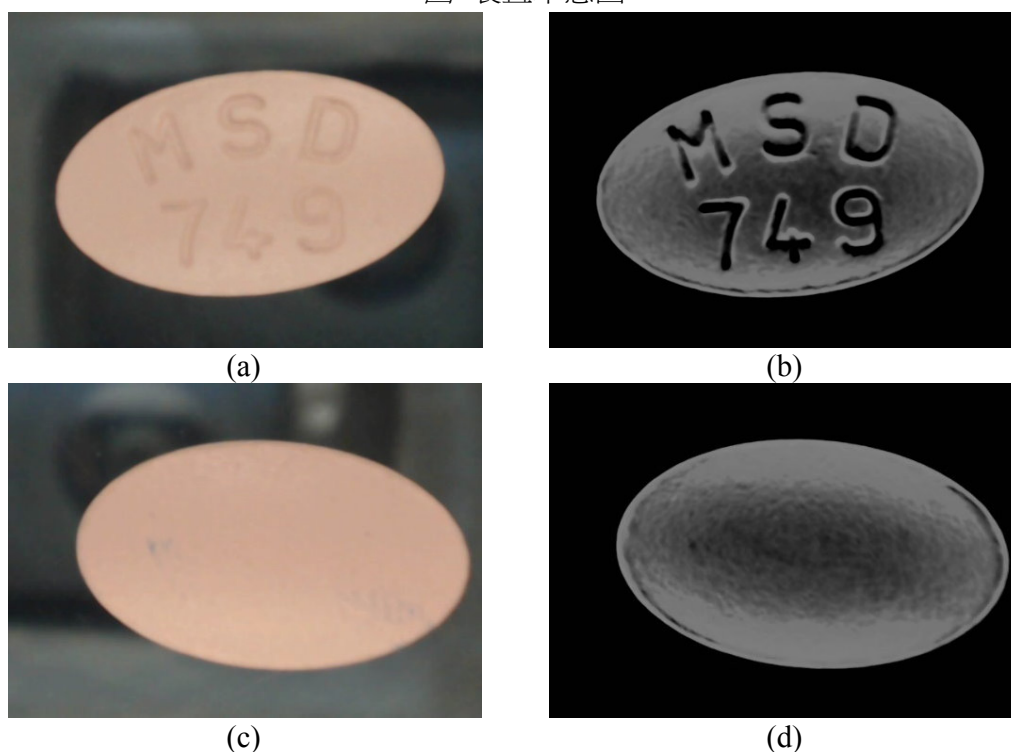


圖2 藥錠正向光與側向光取像圖：(a) 正向光藥錠正面影像；(b) 側向光藥錠正面影像；(c) 正向光藥錠背面影像；(d) 側向光藥錠背面影像

為此，本研究使用側向光源來強化壓印影像資訊；使用側向光源取像有兩目的：一為易去除背景、簡化影像處理難度；二為強化藥錠壓印影像資訊(如圖 2 所示)。然而，光源的強度決定了壓印影像資訊清晰度與背景的複雜度，由於我們使用深色材質來建置取像裝置，所以在僅使用側向光源下，藥錠背景影像能夠

成功的去除掉；但壓印清晰度則有相當大的不同，如圖 3 所示，在不同的側向光源強度下，所獲得的壓印影像清晰度也不同。圖 4 中，藥錠"MSD"與藥錠"CCP"於兩種側向光強度下所取得的壓印影像清晰度截然不同，於側向光源於 9.5 伏特 (Volt, 簡寫 V) 電壓強度下所取得的兩顆藥錠影像(如圖 4(a)與圖 4(c))，藥錠"MSD"顯得過暗導致壓印不清晰，而藥錠"CCP"則顯得剛好，壓印影像清晰明確；另外於側向光源於 11V 電壓強度下所取得的藥錠影像，圖 4(b)、圖 4(d)的結果則與圖 4(a)、圖 4(c)結果相反，側向光亮度高，讓藥錠"MSD"壓印清晰，而藥錠"CCP"則顯得太亮、壓印影像顏色較淺與壓印影像不明顯。由於光源對每個藥錠影像反應皆不同，因此光源的設定與使用則必須經過設計與測試，才能獲得預期的結果，在本研究中，經過多次的實驗測試(LED 白光光源測試強度範圍從 8.5V、9.0V、9.5V、10V...11V，間隔 0.5V)，從實驗結果中決定以 10.5V 單一側向光所取得的影像來進行去除非藥錠之背景影像與擷取藥錠影像區域，再利用影像強化方式來強化藥錠壓印資訊；另外，正向光源則是使用 12V 電壓 LED 白光來進行打光。此階段進行兩次打光，透過此階段取得藥錠正面影像與藥錠壓印影像，藥錠影像取像流程如圖 5 所示，取得影像 B 後，進行灰階轉換、區域標記與去除背景程序，取像結果如圖 6 所示。



圖3不同強度側向光之藥錠取像圖：(a) 9.5V側向光強度；(b) 10V側向光強度；(c) 10.5V側向光強度；(d) 11V側向光強度

(二) 取像裝置電路

為了讓取像能採自動化方式進行，本研究使用以 Arduino 微控制器 (Microcontroller, 簡稱 MCU) 為基礎之控制電路，來進行 LED 光源啟動與關閉控制，該 MCU 是一 8-bit Atmel AVR 的 MCU，具有 6 個類比轉數位的輸入輸出埠，14 個數位通訊埠，相當適合用於基礎的電路控制。為了讓藥錠辨識系統

能下達指令給光源裝置進行光源開關，本裝置使用 USB 通訊界面傳送命令給裝置；同時設計兩組電源降壓單元，輸入電源可為 110V/220V 交流電，而交流電直接透過電壓轉換模組轉換為 12V 直流電，進入自行設計光源控制電路板後，則由兩組降壓模組將 12V 直流電，各自轉換為 12V 直流電與 10.5V 直流電，兩個模組皆使用 LM2596S-ADJ Texas Instruments 公司所生產 IC，LED 光源控制電路圖如圖 7 所示。在光源開關控制上，則是使用 JQC-3F 繼電器(能承受 7A(安培)電流)，而不使用電晶體來進行開關之元件，其原因是我們 LED 光源電源電流最大為 1A，由於電晶體無法承受較大之電流(如 KN2222A 電晶體僅能承受 600mA)，以及為要保護電路板不讓突波電流損壞晶片，因此選擇使用繼電器來做為電源開關控制元件，使用繼電器的另一優點是提供 LED 光源電迴路不會直接與電路板相連接。

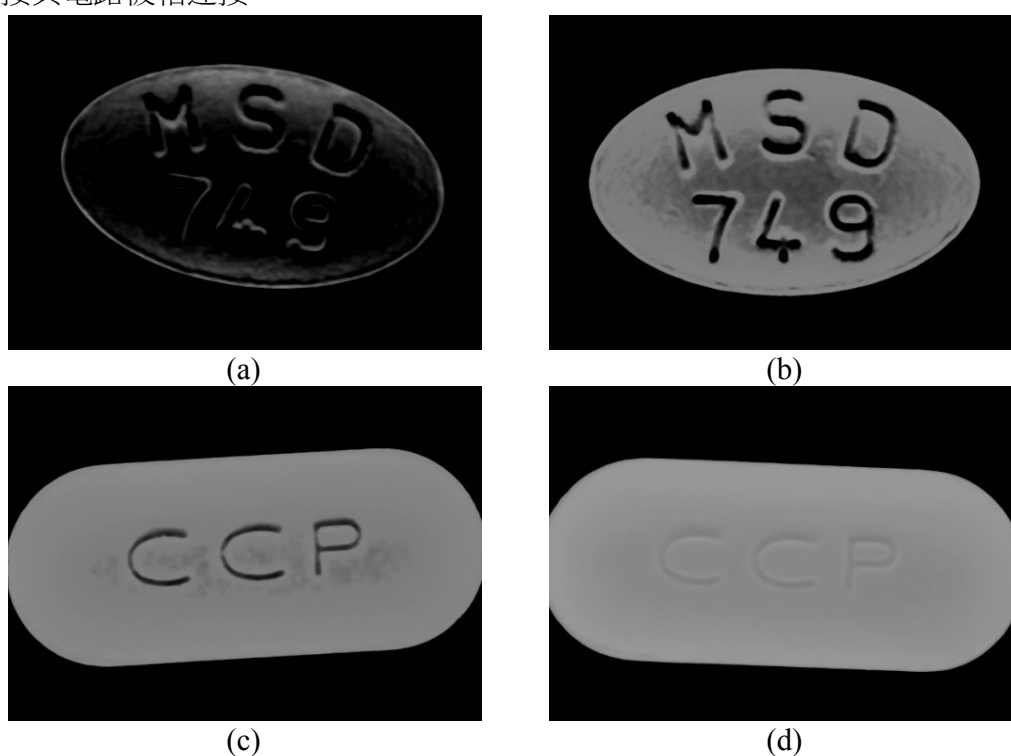


圖4藥錠"MSD"與藥錠"CCP"於兩種側向光強度取像圖：(a) 藥錠"MSD"：9.5V側向光強度；(b) 藥錠"MSD"：11V側向光強度；(c) 藥錠"CCP"：9.5V側向光強度；(d) 藥錠"CCP"：11V側向光強度

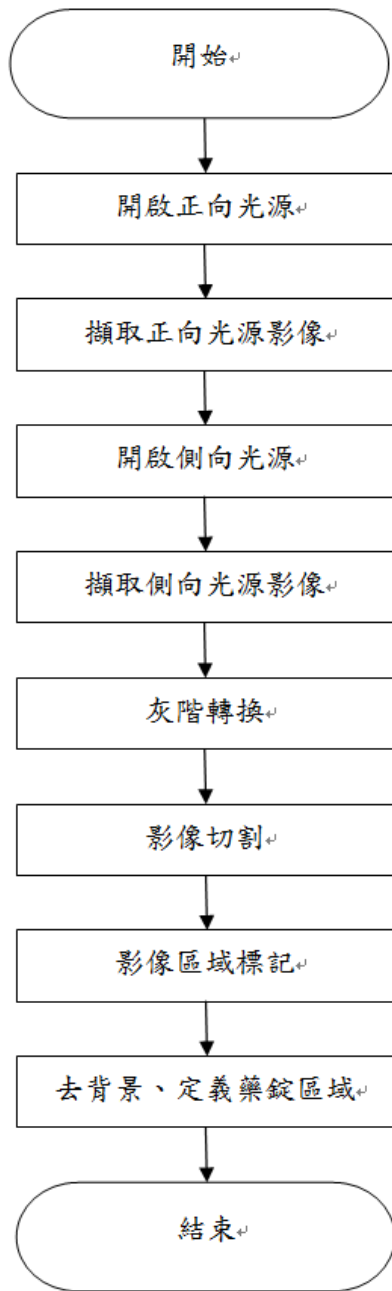


圖5 藥錠影像取像流程圖

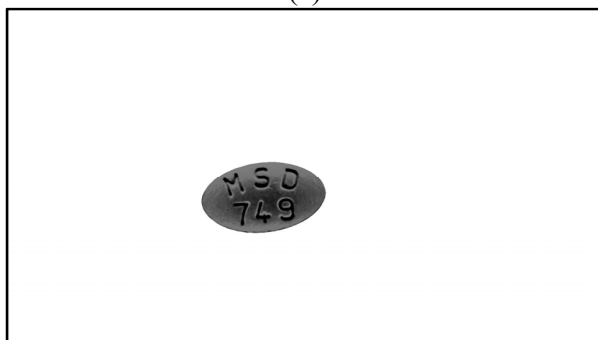
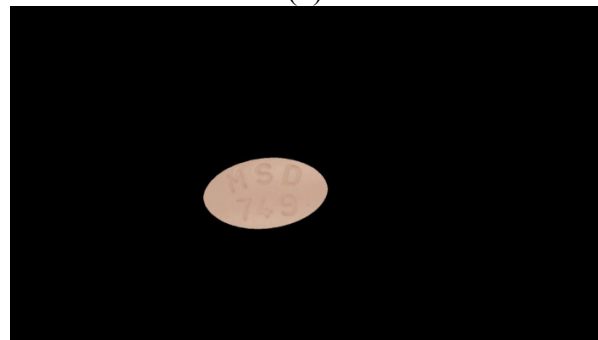
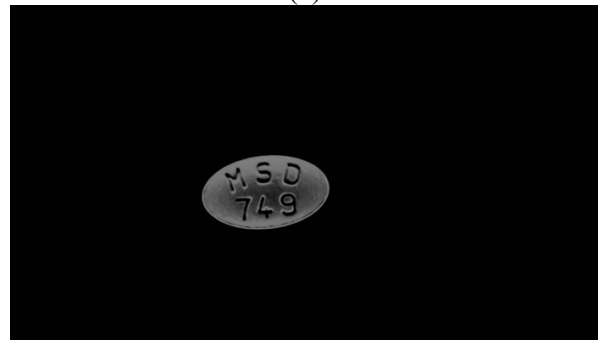
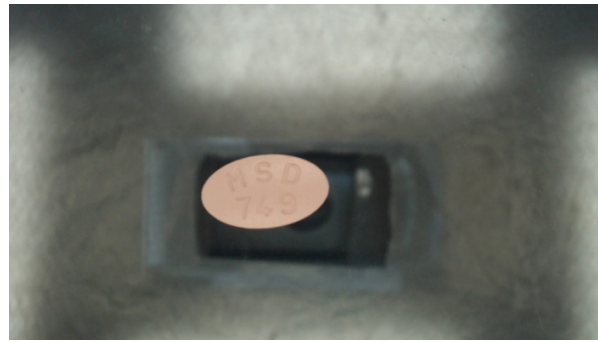


圖6 藥錠影像：(a)藥錠正向光原影像；(b)藥錠側向光原影像；(c)藥錠正面影像；(d)藥錠壓印影像

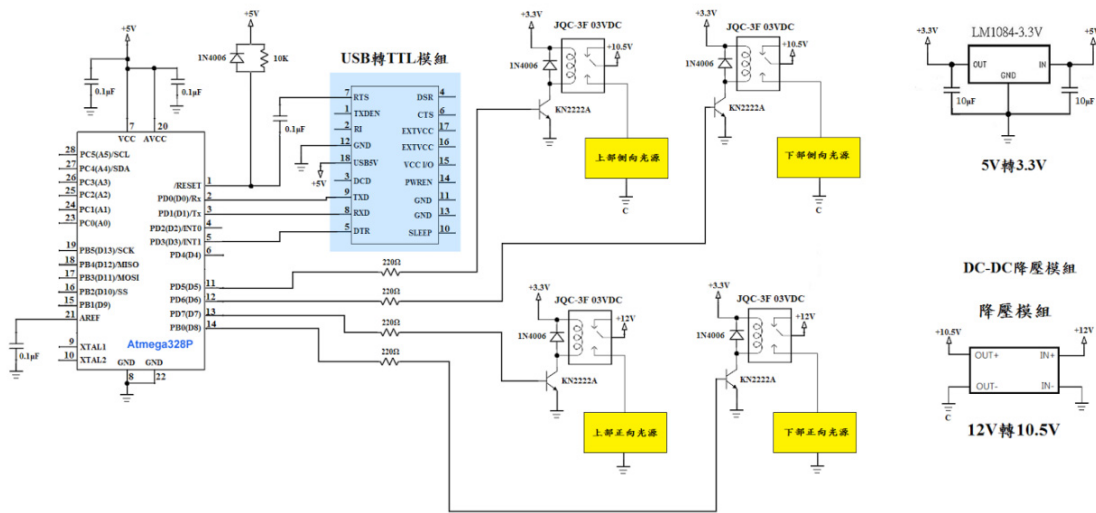


圖7 LED光源控制電路圖

二、藥錠影像前處理

為了要取得去背景後的藥錠正面影像與藥錠壓印影像，我們在擷取到原影像後需要進行前處理，才能進一步獲得所需的主要的藥錠區域影像；而前處理程序則包含有灰階轉換、區域標記與去除背景處理；這也是因為在進行藥錠特徵比對之前，我們必須逐一針對單顆藥錠影像來進行三項特徵計算。在此階段主要是以側向光來擷取之影像來做為影像前處理依據，這是因為側向光影像不僅可以擷取到較佳的藥錠壓印，亦可以消除掉呈藥盤上其他物體倒影的資訊。藥錠影像前處理的程序如下：影像色彩轉換為灰階影像、影像切割、區域標記、去背景與定義藥錠影像區域。

(一) 灰階轉換

灰階轉換是許多影像處理演算法經常被執行的方法，使用之原因是為該演算法只需要灰階資訊，而一般影像被彩色攝影機擷取下來之後大多為彩色影像，常見有 16-bit、24-bit 與 32-bit 彩色影像，本研究所使用的攝影機為 Logitech 的 C920 HD Pro USB 介面攝影機；因此，擷取下來的影像為 24-bit 彩色影像，首先將 24-bit 彩色影像轉換至 8-bit 的灰階影像可降低演算的複雜度，轉換公式可由下式來獲得(Gonzalez、Richard，2002)(其中 r 、 g 、 b 分別為彩色影像中三成份的灰階值，而 f 為轉換為 8-bit 影像的灰階值)。

$$f = 0.299r + 0.587g + 0.114b \quad (1)$$

(二) 影像切割

影像數據對電腦而言僅是光感應變化下的資料，影像擷取下來後必須針對具有相同結構的像素以群組(區域)方式標記並賦予意義，這些群組數據才能成為有用的資料。為了擷取每一顆藥錠的影像區域，我們將影像中藥錠輪廓轉換為邊緣線，並用此邊緣線當作影像切割線，進行藥錠影像切割。因此，在影像切割程序上，需要使用邊緣檢測演算法來計算出藥錠輪廓邊緣線，之後再將邊緣線當作是切割線，將藥錠影像與背景影像進行分離。在本研究中，邊緣資訊的計算是使用新式的 Edge Drawing(簡稱 ED)邊緣檢測演算法(Topal&Akinlar，2012)來進行，

ED 邊緣檢測演算法具有不會斷線且邊緣線寬度為一個像素的特色，ED 邊緣檢測演算法是由 Topal 與 Akinlar 於 2012 年所提出，計算出的邊緣線具連續性且不易受到二值化閾值的影響；此方法同樣必須利用傳統 Sobel、Prewitt、Canny 或其他邊緣偵測法先取得邊緣資訊，再利用邊緣資訊取得 Direction Map 及 Gradient Map，藉由 Direction Map 與 Gradient Map 來找出 Anchor Points，透過智能路由算法來連結所有的 Anchor Points 取得邊緣線；在此研究的方法中，我們以 Sobel 邊緣檢測來做為基礎，進行 ED 邊緣檢測演算法計算，圖 8 以藥錠"MSD"與藥錠"CCP"為樣本進行 ED 邊緣檢測。

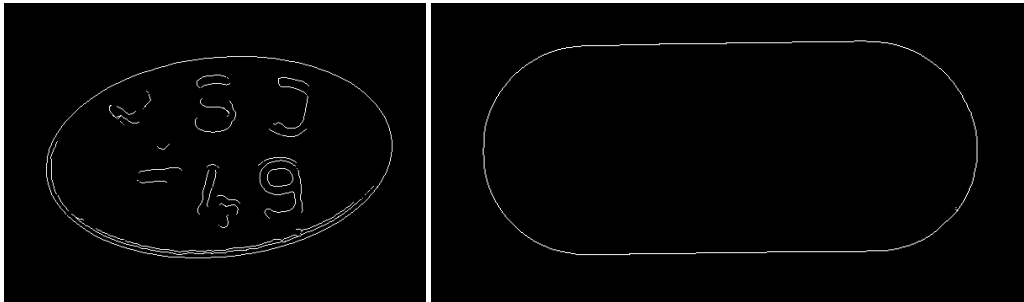


圖8藥錠"MSD"與藥錠"CCP" ED邊緣線

(三) 影像區域標記、去背景、定義藥錠區域

獲得 ED 邊緣線之後，把 ED 邊緣線當做切割線，同時並配合使用區域標記法來標記藥錠影像與背景影像；區域標記方法是使用 He 等人所提出的快速標記法(He, Chao, Suzuki 與 Wu, 2009)進行，快速標記法是一種非遞迴式的方法，同時也是一種 Two-scan 標記演算法，演算效率比傳統遞迴式標記法、Multi-scan 標記演算法、Hybrid 標記演算與 Tracing-type 標記演算來的更快速，非常適合使用在電腦視覺即時運算上，在快速標記法的方法上，使用 8 連通的遮罩鄰近位置(如圖 9 所示)，並且定義了 16 種像素間可能的連結型態，配合 Karnaugh 地圖來決定該像素歸屬的標籤；在本方法中，我們分析影像的四個角落像素點，若這四個像素點皆為同一標籤值，則該標籤值所屬之區域為背景區域，也就是說靠近整張影像邊緣的區域認定為背景，而剩餘區域則為藥錠影像區域，切割後獲得的藥錠正面影像與藥錠壓印影像如圖 10 所示。

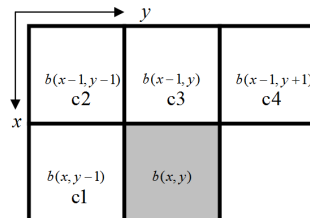


圖9八連通遮罩

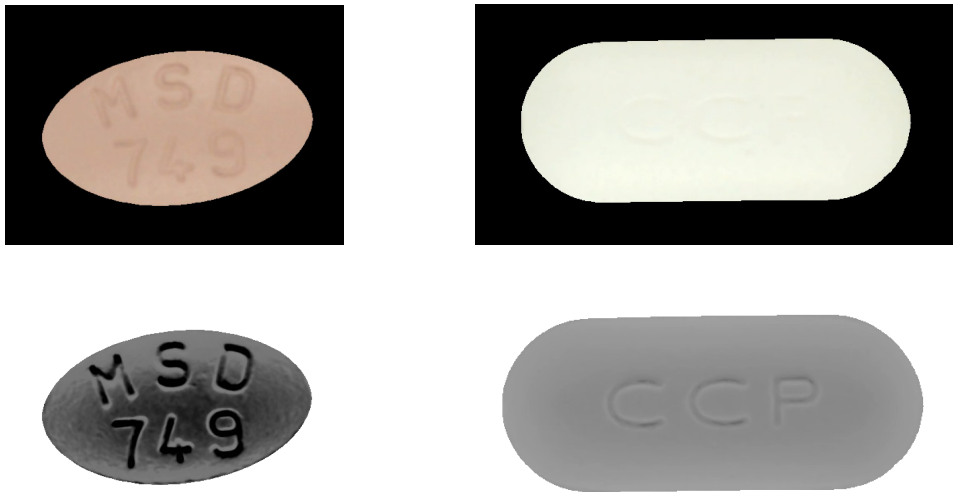


圖10藥錠"MSD"與藥錠"CCP"影像切割結果

三、藥錠影像特徵擷取

許多藥錠製造商為了識別目的，經常會在藥錠設計一特定幾何形狀(如圓形、橢圓形、多角型、U 字型...等)、特定顏色(如單一顏色-黃、白、綠、橙...，雙色-黃灰、黃白、藍白...)、表面予以壓印(有單面與雙面兩種做法)；因此，要辨識藥錠必須從幾何形狀、外觀顏色、壓印等特徵來進行分析與辨識；藥錠特徵擷取流程如圖 11 所示，流程中的細部處理於以下部分來進行說明。

(一) 藥錠形狀幾何特徵

取得藥錠的影像區域後，同樣直接使用上述的 ED 邊緣線來進行藥錠外部輪廓線的截取，並計算輪廓特徵，此輪廓可表示為藥錠形狀特徵。為了進一步量化出藥錠的輪廓特徵，本研究利用一維的簽名(signature)(Gonzalez et al., 2002)來做為處理的技巧，本研究的做法為依序從輪廓的最左邊像素做為起始點(如圖 12 所示)，然後以逆時針的方向逐一計算每個像素點離輪廓中心點的距離，並依序將每一個距離描繪在平面座標上並連結起來，這樣的曲線即為簽名曲線；最後，以曲線的平均值 μ 與變異數 ρ^2 來做為藥錠形狀特徵 $\mathbf{v} = (\mu, \rho^2)^T$ ；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。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 13 所示)，依據圖 13 列出的藥錠形狀所計算出的藥錠形狀特徵 \mathbf{v} 於表 1 中展示(17 種常見形狀之藥錠，相對應之特徵值)。

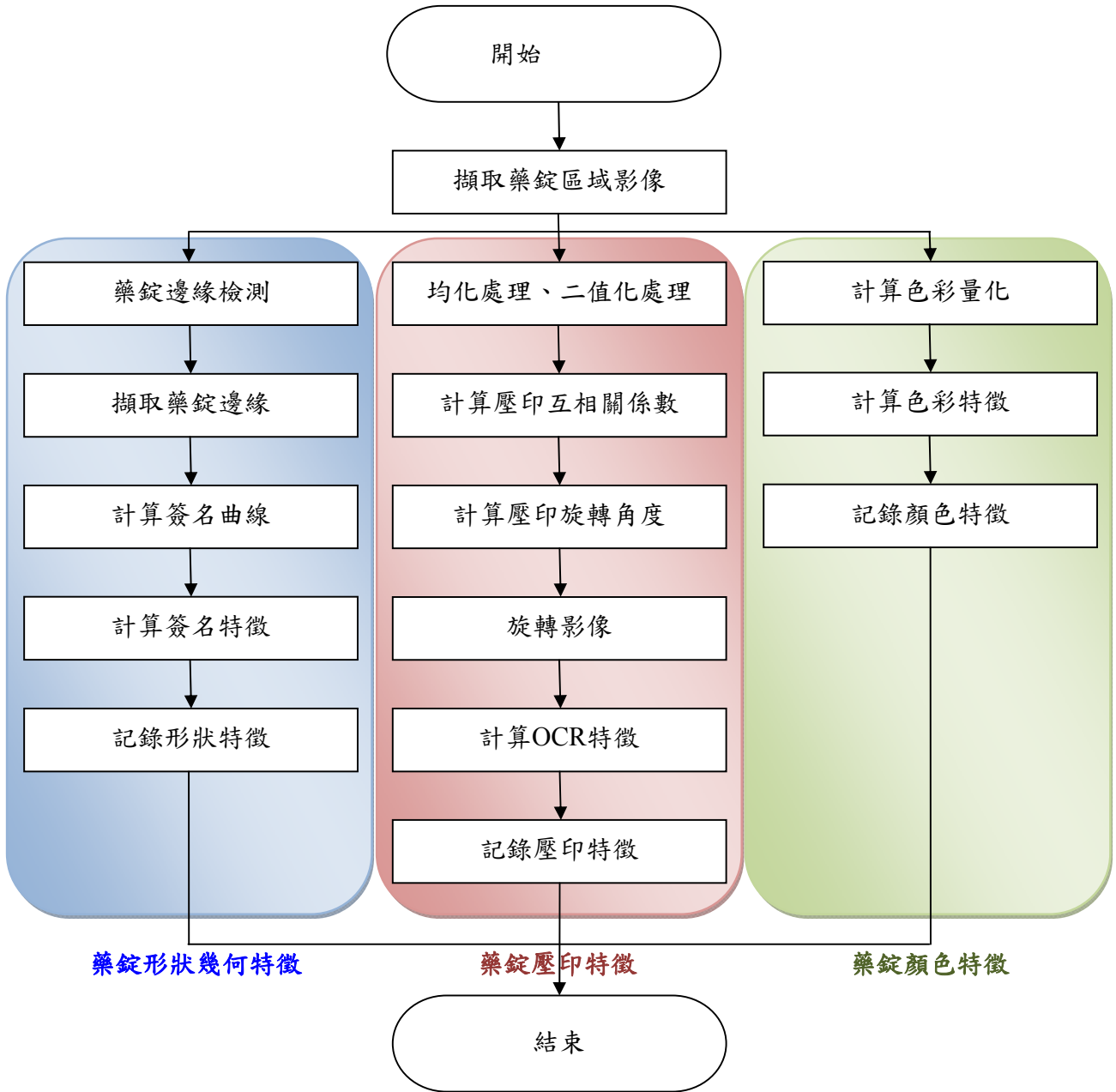


圖11 藥錠影像特徵擷取流程圖

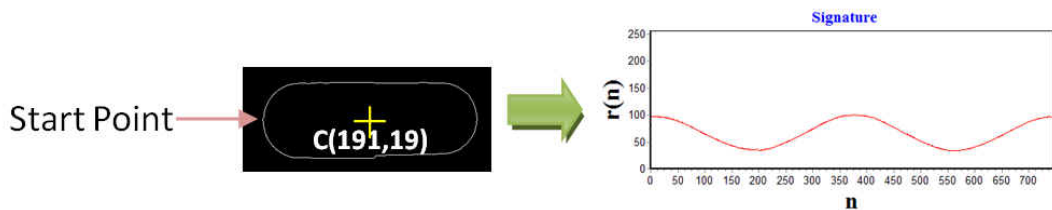


圖12 藥錠"CCP"簽名曲線

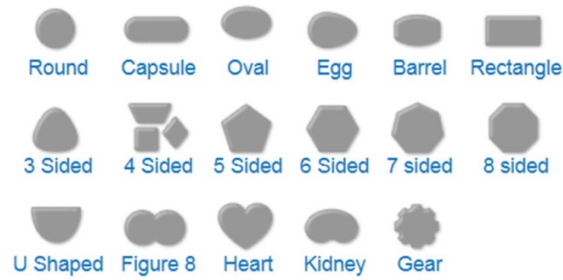
圖13常見藥錠形狀(<http://www.drugs.com>)

表1

17種常見形狀之藥錠，相對應之特徵值 ν (Mean, Variance)

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

(二) 藥錠顏色特徵

顏色是醫用藥物區別的一項重要資訊，藥物製造廠為了要區別藥物功能，會透過顏色的改變來做區隔，如同一種壓印的藥錠，會以不同顏色來區別不同藥效與成分。大部分的藥錠顏色都以單一色來進行設計，小部分會有散點狀(特殊成分)。本研究利用打光技巧去除壓印陰影的干擾，為了要精確的分析顏色特徵，此階段使用藥錠正面影像(如圖 6(c) 24-bit 彩色影像)來進行色彩分析；方法上使用色彩量化演算法配合色彩像素數量的篩選，來分析出藥錠的代表性顏色，用為顏色特徵。於此，我們使用色彩量化來進行藥錠主要顏色評估，此方法比色彩平均法(如文獻 Lee 等人於 2012 的研究，所使用的顏色特徵)來得更為精確。色彩量化演算法大致上分為兩類，第一類為分群演算法與分裂演算法；分群演算法的優點為可以獲得較佳與較精確的量化結果，但相對的，其計算時間也較多，分裂演算法恰好相反，計算速度較快但量化品質較不如分群演算法，為了找出最適用的方法，我們進行了兩種方法於藥錠顏色評估的實驗比較 Media-cut 演算法(Heckbert, 1982)與 Fuzzy C-mean 演算法(Ozdemir&Akarun, 2002)，其結果相近，為了考量演算收斂與計算速度的問題，本研究採用 Media-cut 分裂演算法做為色彩量化方法，Media-cut 分裂演算法執行流程如下(以圖 14 為例)。

Media-cut分裂演算法流程：

- 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. $W_4 > W_5 > W_6 > W_7 > W_8$,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 $\{y_1^{(3)}, y_2^{(3)}, y_3^{(5)}, y_4^{(5)}, y_5^{(4)}, y_6^{(4)}\}$ 。

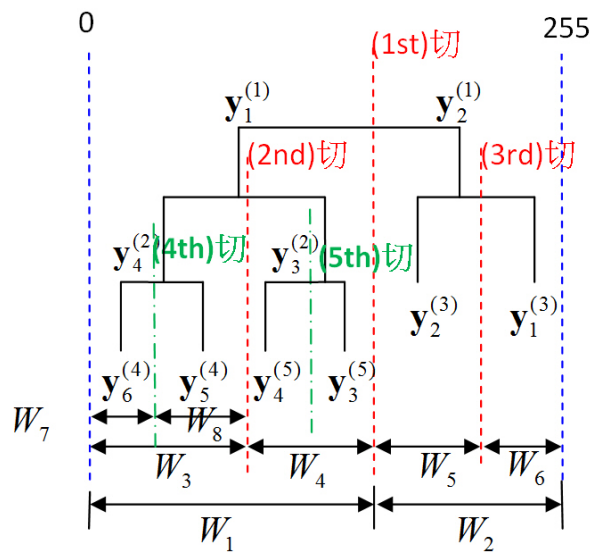


圖14 Media-cut分裂演算法示意圖

以藥錠"MSD"與藥錠"CCP"影像為例，同樣設定量化顏色數目為 6 個顏色，經過 Media-cut 分裂演算法分析後可獲得表 2 的結果。經 Drug.com 網站調查，大部分藥錠單面顏色皆為單一色；因此，在本研究實驗設定顏色數為 6 色，並訂定像素最多的顏色為代表性顏色，如圖 15 所示，圖 15(a)藥錠原始影像；圖 15(b)色彩量化後藥錠影像；而圖 15(c)則依據量化後顏色的像素總個數，選出具有最多像素個數的顏色作為代表性顏色，代表性顏色即為顏色特徵。

表2

藥錠"MSD"與藥錠"CCP"影像色彩量化結果(設定6個顏色)

藥錠顏色	像素數量
(205,171,150)	38351
(199,165,144)	26966
(195,158,137)	4694
(191,155,134)	586
(185,151,129)	52
(188,152,131)	223

(續下頁)

	藥錠顏色	像素數量
藥錠"CCP"	(242,244,230)	37582
	(234,236,220)	9352
	(229,231,215)	1983
	(238,239,225)	38554
	(232,233,217)	7675
	(226,226,211)	876

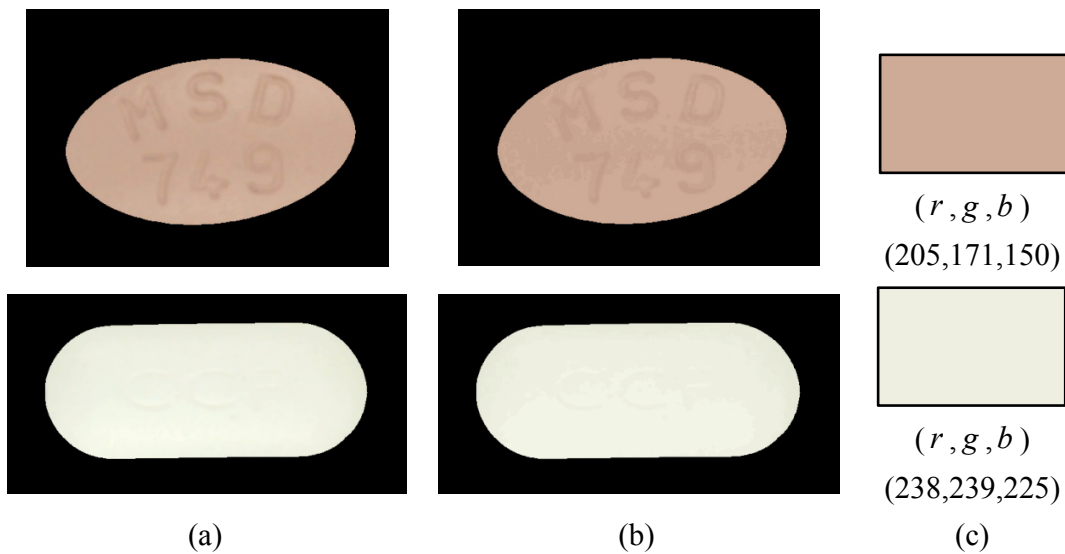


圖15藥錠"MSD"與藥錠"CCP"影像代表性顏色：(a)藥錠原始影像；(b)色彩量化後藥錠影像；(c)代表性顏色

(三) 藥錠壓印特徵

我們針對 Drug.com 網站藥錠資料庫進行藥錠調查，獲知大部分藥錠壓印以文字為居多，因此，我們嘗試使用光學字元辨識(Optical Character Recognition/OCR)方法來進行壓印字元的辨識。此階段使用藥錠壓印影像(如圖 6(d) 灰階影像)來進行壓印特徵擷取，在文章前段(圖 3)曾提到藥錠壓印影像擷取必須能兼顧到各種藥錠，盡可能的讓藥錠的壓印能清楚地顯現在影像上，為此我們利用了 50 顆不同的藥錠來進行測試，在我們使用的條狀 LED 光源下，以 10.5V 電壓 1A 電流下來進行打光，配合使用影像均化處理(Image Equalization Processing)與二值化處理來擷取壓印，由於藥錠皆在同一環境下進行取像，因此，二值化閾值(Threshold)的設定則是依據此環境來逕行決定，閾值設定為灰階值 10，壓印擷取過程如圖 16 所示。

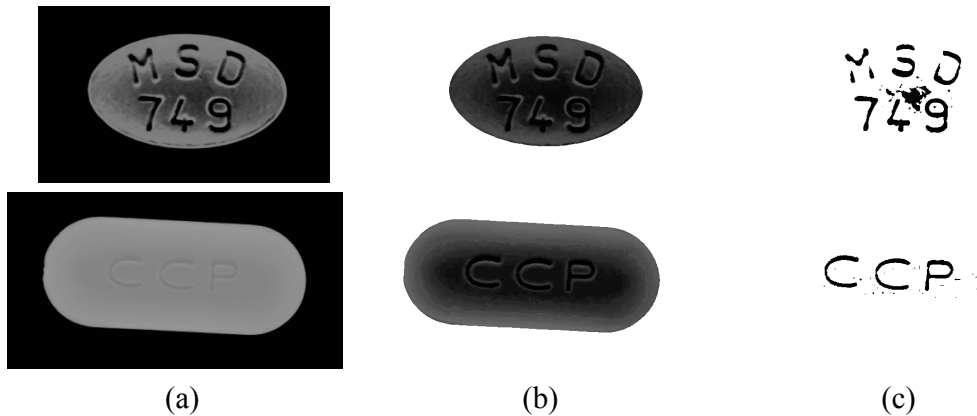


圖16藥錠"MSD"與藥錠"CCP"壓印擷取：(a)藥錠原始影像；(b)均化處理藥錠影像；(c)壓印擷取結果

現今的 OCR 文字辨識技術已經廣泛的被應用在許多產品上(如 Tesseract-OCR 引擎(<https://code.google.com/p/tesseract-ocr>)), 在此研究僅應用此技術來進行字元辨識, 並不探討各種 OCR 技術的差異與優劣性; 然而, OCR 辨識技術依賴辨識影像品質與圖文背景的複雜度, 若文字影像有變形、旋轉、破損或不完整的狀況, 都會讓 OCR 的辨識失敗。在此應用上, 在取像機構的設計上, 藥錠壓印文字不會有變形情況與複雜的圖文背景, 但仍會有破損或不完整的可能性(藥錠破損導致壓印文字破損狀況不在本研究探討的範圍內)。基於上述的條件, 在進行 OCR 辨識之前必須要偵測藥錠上的文字是否有旋轉現象, 以及必須解決文字可能有斷線現象; 為了解決這兩個問題, 我們使用 Modified Cross-Correlation Skew Detection(MCCSD)演算法(Chen&Ding, 1999)來偵測文字的旋轉角度並加以校正; 另使用影像形態處理(Morphology Operations)的膨脹運算(Dilation)來處理。

MCCSD 方法是由 Chen 與 Ding 於 1999 年提出, MCCSD 方法主要是改善 Hong 於 1993 年所提出的投影正交相關方法, 此方法的做法如下步驟:

- 步驟 1. 隨機式的指定一 $W \times W$ 大小的影像區域, 個別計算垂直正交係數 (Vertical Cross-Correlation / VCC)與水平正交係數(Horizontal Cross-Correlation / HCC)。
- 步驟 2. 第一步驟所計算出的 HCC/VCC 正交係數曲線若無明顯波峰或波谷, 則回到第一步驟重新選擇一區域進行正交係數計算。
- 步驟 3. 獲得明顯波峰或波谷之影像區域後, 則進行傾斜角度計算。
- 步驟 4. 若第二步驟所計算出的正交係數曲線具有多個相同高度波峰/波谷, 則改變兩線距離(δ)參數, 重新計算正交係數曲線, 直到獲得可計算傾斜角之波峰位置。
- 步驟 5. 計算出第 n 個傾斜角之影像區域, 若 n 值未達預設計算次數 N , 則再次回到步驟一選擇一影像區域計算正交係數。
- 步驟 6. 依據第 N 次計算所獲得的傾斜角作為最後計算結果。

上述步驟之VCC正交係數函數 $R(s)$ 定義如下:

$$R(s) = \sum_{x=0}^{X-\delta-1} R_1(x, s)$$

$$R_1(x, s) = \sum_{y=s}^{Y-s-1} B(x + \delta, y + s) B(x, y) \quad (2)$$

HCC正交係數函數 $R(s)$ 定義：

$$R(s) = \sum_{y=0}^{Y-\delta-1} R_1(y, s),$$

$$R_1(y, s) = \sum_{x=s}^{X-s-1} B(x + s, y + \delta) B(x, y) \quad (3)$$

其中 $B(x, y)$ 為影像像素(可為二值影像或灰階影像)，影像大小定義為

$(0 \leq x \leq X - 1, 0 \leq y \leq Y - 1)$ ， δ 定義為常數項， s 定義 $-S \leq s \leq S$ (如圖17所示)。

計算出之傾斜角度 θ 為

$$\theta = \tan^{-1} \frac{s_{opt}}{\delta}, \quad (4)$$

其中 s_{opt} 是為正交係數函數 $R(s)$ 最大之處的 s 值(如圖17所示)。圖18則是無傾斜壓印"MSD"與具傾斜壓印"CCP"影像個別計算出的正交係數，經傾斜角度計算可獲得壓印"MSD"為0度，壓印" CCP"為13度。

四、藥錠特徵比對

於特徵的比對上，我們將使用相似度距離來進行資料庫樣本的比對，假設 p 定義為核對藥物影像特徵， q 定義為資料庫樣本，而 $p \in \{p_i\}$ ， $q \in \{q_i\}$ ， $i = 1, \dots, n$ ， n 為特徵數量， $d(p, q)$ 則為 p 與 q 的相似度；相似度的計算則使用歐幾里德距離 (two-norm) 進行比對，找出最匹配的樣本。假設一組藥錠為醫囑開立藥錠(標準組)，另一組藥錠為比對組。使用 two-norm 歐幾里德距離 D 來進行特徵值比較， D 值越小表示越相似(形狀 $D1$ 、顏色 $D2$ 、壓痕文字 $D3$)，於此同時定義三個閾值，分別為 $K1=20$ (形狀)、 $K2=40$ (顏色)、 $K3=1$ (壓痕文字)，而三個特徵相似度必須同時存在 $D1 \leq K1$ & $D2 \leq K2$ & $D3 \geq K3$ 條件才是相同藥錠。

Two-norm 歐幾里德距離 D 的定義為：

$$D = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \quad (5)$$

其中 $f_1(x_1, y_1)$ 與 $f_2(x_2, y_2)$ 為為兩個比較特徵值；完整的藥錠特徵比對流程如圖19所示。

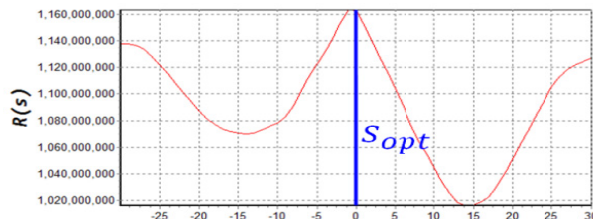
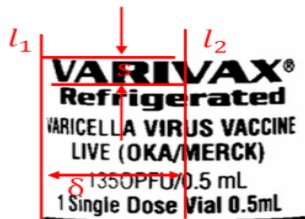


圖17相關參數與 s_{opt} 正交係數函數 $R(s)$ 最大值示意圖

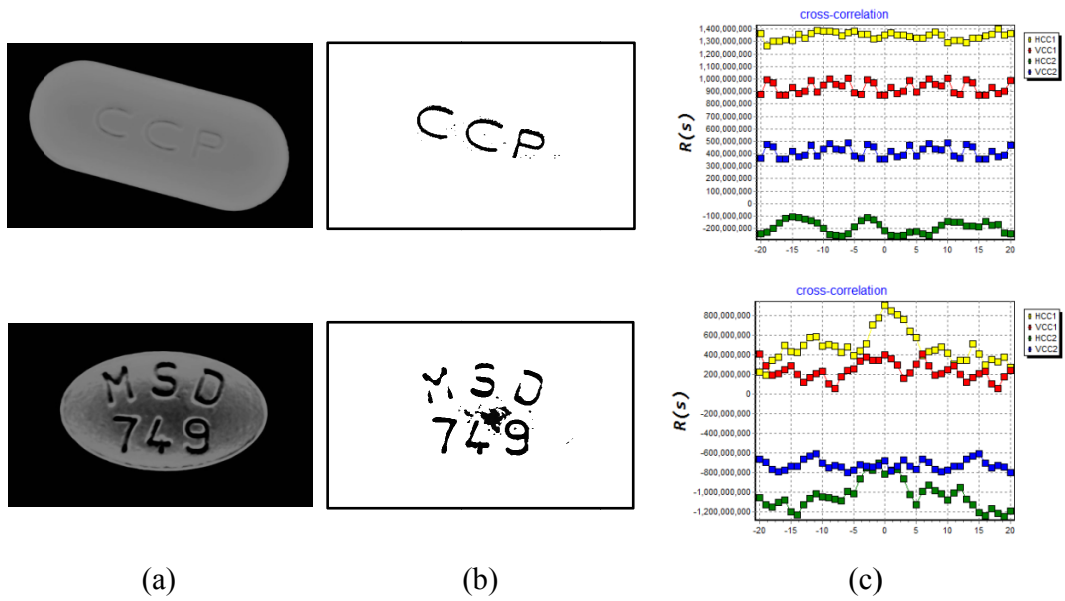


圖18正交係數(Cross-correlation)函數 $R(s)$ ：(a)藥錠原影像；(b)壓印；(c)正交係數

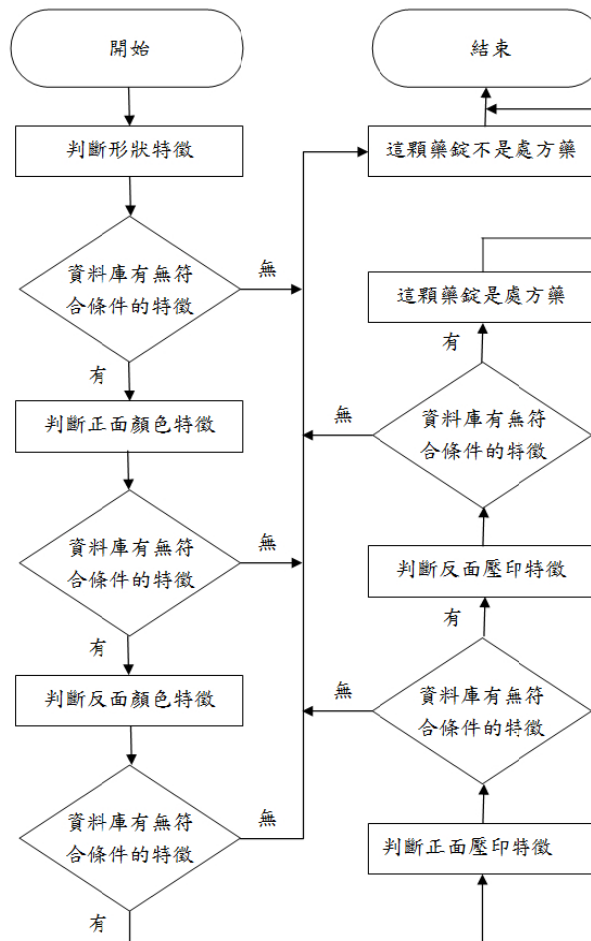


圖19藥錠特徵比對流程

肆、實驗結果

將上述藥錠三項特徵的實驗結果展現在於此章節中，實驗準備 50 顆藥錠樣本來進行本研究方法與裝置測試與驗證，我們進行了四項實驗，分別是藥錠形狀特徵擷取、顏色特徵分析、壓印特徵擷取與識別與藥錠比對實驗，部分藥錠具有壓印而部分藥錠則無壓印，我們挑選具有壓印特色的 14 顆藥錠來展示實驗結果。

(一) 藥錠形狀特徵擷取實驗

此實驗將 14 顆藥錠所計算出的形狀特徵與表 1 中 17 種常見形狀藥錠的特徵值進行比對，同樣以 two-norm 方式進行相似度計算，選擇最大相似度(最小 D)作為形狀辨識結果，形狀辨識結果列於表 3。從圖 13 與表 1 可以觀察到 Oval 的形狀與"Capsule"兩個形狀較相近，藥錠長度決定藥錠辨識的結果，因為圖 13 中的"Capsule"長度設定較"Oval"長許多，所以長度較短的藥錠"YSP"與藥錠"07|07"，被歸類在"Oval"的形狀，這結果是能夠接受的；除此之外，有些藥錠形狀會接近"Capsule"、"Oval"與"Rectangle"三個形狀，本研究中的比對方法是以同型式藥錠為比對目標；因此，即便在形狀上有模糊的地帶，在比對上並無此問題。

(二) 藥錠顏色特徵擷取實驗

此實驗將 14 顆藥錠所計算出的顏色特徵列在表 4 中，從表 4 中可獲知在藥錠顏色的計算上都相當的準確，在實驗中嘗試設定 6、8、10、12 個顏色，Median-cut 計算出的代表性顏色都是相同的，這也是因為在穩定光源環境下，攝影機所拍下的藥錠顏色一致性相當高，這一點對此藥錠辨識而言是相當重要的。

(三) 藥錠壓印特徵擷取實驗

此實驗進行 14 顆藥錠壓印擷取與 OCR 辨識，由於壓印擷取無法完全將雜訊去除，因此雜訊會影響到 OCR 的辨識，14 顆藥錠壓印與 OCR 辨識結果列在表 5 中，從表 5 中可獲知若要獲得完整的辨識結果必須如藥錠"CCP"與"200"壓印的完整；由於藥錠壓印字元完整辨識成功率不高，因此在我們的研究中設定僅需一個字正確，即認定該藥錠壓印是符合的，雖然這樣的作法似乎不夠嚴謹，但藥錠同時要符合三項特徵相同的機率並不高，因此，此特徵仍然可用來進行比對。

(四) 藥錠比對實驗

此實驗準備了五顆藥錠並假設為醫囑開立藥錠(標準組，藥錠代號 M1~M5)，另一組五顆藥錠為比對組(藥錠代號 T1~T5)，其中有三顆相同，另外兩顆不同，藥錠影像如圖 20 所示。標準組藥錠特徵列於表 6，而比對組藥錠與標準組藥錠之間的比對五個結果分別列於表 7~表 11，在表中格子若有黃色網底，則表示該特徵符合所屬的特徵閾值，其結果顯示 T1 與 T3 不同於標準組樣本，另外三顆藥錠則符合樣本；在此實驗結果中可以獲知透過三個特徵，確實可以提高藥錠的比對率。

表 3
藥錠形狀特徵


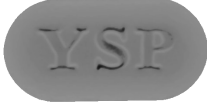





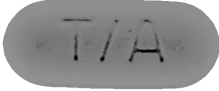

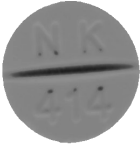




藥錠	形狀特徵 \mathbf{U} (Mean, Variance)	藥錠	形狀特徵 \mathbf{U} (Mean, Variance)
	(75.3, 267.8) D=20.1, "Oval"		(76.2, 309.9) D=62.2, "Oval"
	(97.8, 0.8) D=0.8, "Round"		(76.2, 324.6) D=76.9, "Oval"
	(71.3, 419.1) D=91.8, "Capsule"		(77.0, 215.6) D=32.1, "Oval"
	(83.5, 126.2) D=5.3, "Heart"		(69.4, 407.1) D=103.8, "Capsule"
	(75.7, 242.1) D=5.6, "Oval"		(97.5, 1.5) D=1.5, "Round"
	(72.6, 292.0) D=28.1, "Oval"		(97.9, 0.9) D=0.8, "Round"
	(68.1, 445.2) D=65.7, "Capsule"		(98.8, 0.2) D=0.3, "Round"

表4
藥錠顏色特徵



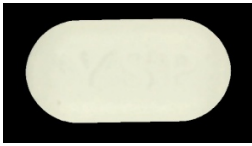




























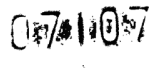



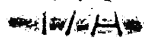

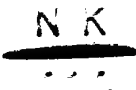


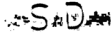

藥錠	代表性顏色	藥錠	代表性顏色
	 (244, 246, 232)		 (231, 232, 211)
	 (250, 253, 237)		 (232, 223, 154)
	 (238, 239, 225)		 (205, 171, 150)
	 (248, 249, 234)		 (233, 221, 174)
	 (240, 242, 220)		 (249, 248, 210)
	 (186, 179, 122)		 (248, 251, 237)
	 (225, 227, 205)		 (231, 187, 175)

表5

藥錠壓印與Tesseract-OCR辨識

藥錠壓印	OCR辨識	藥錠	OCR辨識
	F??*BEE-5?./		ESP
	_? arSH JH		02% \@@1"Z
	CCP		:??罈_-7. Q 712%
	ID S1]!		.._ . K ~#+<iw/=:@? ;??\asA
	2* *15*~2*		NK qi
	1-??-.-麩		200
	r*-S #@i-H		??U LTA '_ 罈'- ?

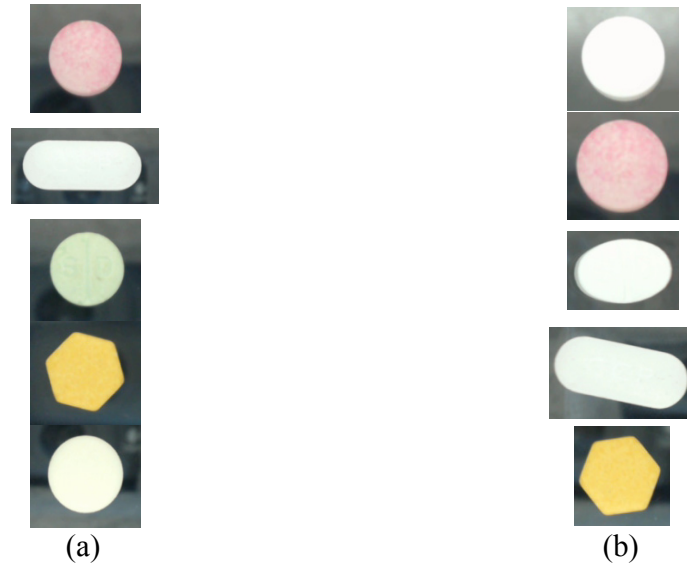


圖 20 藥錠比對樣本：(a)標準組藥錠 M1~M5；(b)比對組藥錠 T1~T5

表 6
標準組藥錠特徵列表

藥錠 編號	藥錠影像	藥錠影像	平均值	變異數	R	G	B	壓印 文字
M1			94.6	3.0	239	195	196	無
M2			74.3	396.6	241	249	241	CCP
M3			97.5	3.2	208	228	191	SD
M4			91.6	14.4	238	209	104	無
M5			95.6	2.7	251	253	232	無

表 7

藥錠 T1 與樣本藥錠 M1~M5 比對結果



Sample : T1									
側向光					正向光				
									
藥錠 編號	平均值	變異數	R	G	B	刻印 文字	形狀相似度 (排名)	顏色相似度 (排名)	壓印相似度 (排名)
T1	95.5	3.9	254	252	250	HS			
M1	94.6	3.0	239	195	196	無	1.3(2)	79.9(4)	0(2)
M2	74.3	396.6	241	249	241	CCP	393.2(5)	16.0(1)	0(2)
M3	97.5	3.2	208	228	191	SD	2.0(3)	78.5(3)	1(1)
M4	91.6	14.4	238	209	104	無	11.2(4)	153.0(5)	0(2)
M5	95.6	2.7	251	253	232	無	1.2(1)	18.2(2)	0(2)
T1歪斜角度					逆時針12度				

表 8

藥錠 T2 與樣本藥錠 M1~M5 比對結果



Sample : T2									
側向光					正向光				
									
藥錠 編號	平均值	變異數	R	G	B	刻印 文字	形狀相似度 (排名)	顏色相似度 (排名)	壓印相似度 (排名)
T2	94.5	5.6	232	199	196	無			
M1	94.6	3.0	239	195	196	無	2.6(1)	8.0(1)	1(1)
M2	74.3	396.6	241	249	241	CCP	391.5(5)	67.8(4)	0(2)
M3	97.5	3.2	208	228	191	SD	3.8(3)	37.9(2)	0(2)
M4	91.6	14.4	238	209	104	無	9.2(4)	92.7(5)	1(1)
M5	95.6	2.7	251	253	232	無	3.1(1)	67.6(3)	1(1)
T2歪斜角度					0度				

表 9

藥錠 T3 與樣本藥錠 M1~M5 比對結果



Sample : T3									
側向光					正向光				
									
藥錠 編號	平均值	變異數	R	G	B	刻印 文字	形狀相似度 (排名)	顏色相似度 (排名)	壓印相似度 (排名)
T3	82.2	131.8	248	253	246	S\ b			
M1	94.6	3.0	239	195	196	無	129.4(2)	77.1(4)	0(2)
M2	74.3	396.6	241	249	241	CCP	264.9(5)	9.4(1)	0(2)
M3	97.5	3.2	208	228	191	SD	129.4(3)	72.4(3)	1(1)
M4	91.6	14.4	238	209	104	無	117.7(1)	148.9(5)	0(2)
M5	95.6	2.7	251	253	232	無	129.8(4)	14.3(2)	0(2)
T3歪斜角度					逆時針1度				

表 10

藥錠 T4 與樣本藥錠 M1~M5 比對結果



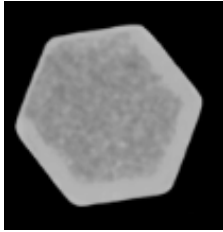

Sample : T4									
側向光					正向光				
									
藥錠 編號	平均值	變異數	R	G	B	刻印 文字	形狀相似度 (排名)	顏色相似度 (排名)	壓印相似度 (排名)
T4	73.3	405.4	233	241	232	CCP			
M1	94.6	3.0	239	195	196	無	402.9(4)	58.7(4)	0(2)
M2	74.3	396.6	241	249	241	CCP	8.7(1)	14.4(1)	3(1)
M3	97.5	3.2	208	228	191	SD	402.6(3)	49.7(3)	0(2)
M4	91.6	14.4	238	209	104	無	391.3(2)	132.0(5)	0(2)
M5	95.6	2.7	251	253	232	無	403.9(5)	21.6(2)	0(2)
T4歪斜角度					順時針5度				

表 11

藥錠 T5 與樣本藥錠 M1~M5 比對結果

Sample : T5									
側向光					正向光				
									
藥錠編號	平均值	變異數	R	G	B	刻印文字	形狀相似度 (排名)	顏色相似度 (排名)	壓印相似度 (排名)
T5	89.6	15.6	251	224	123	無			
M1	94.6	3.0	239	195	196	無	13.5(2)	79.4(2)	1(1)
M2	74.3	396.6	241	249	241	CCP	381.3(5)	121.0(5)	0(2)
M3	97.5	3.2	208	228	191	SD	14.6(4)	80.5(3)	0(2)
M4	91.6	14.4	238	209	104	無	2.3(1)	27.4(1)	1(1)
M5	95.6	2.7	251	253	232	無	14.2(3)	112.7(4)	1(1)
T5歪斜角度					0度				

在整個實驗過程中，50 顆藥錠就單純在形狀與顏色的比對成功率是 100%，而符合前兩項特徵之後，再進行壓印比對成功機率則是 88%；方法中使用三項特徵來進行比對原因可由圖 21 與圖 22 兩個案例來觀察到，圖 21(a)與(b)藥錠的形狀相同、顏色與壓印不同；圖 22(a)與(b)藥錠的形狀與顏色相同、壓印不同。另外，在比對失敗的案例上，如圖 23 的藥錠，我們探究其比對失敗的原因，發現 6 顆藥錠皆屬於刻印太淺的情況，這些藥錠形狀大小顏色也跟部分的樣本相當接近，因此容易造成壓印辨識錯誤而導致比對失敗。

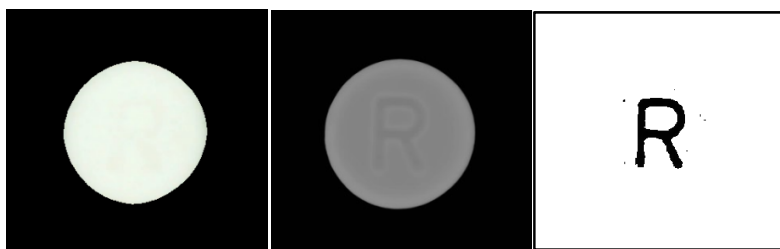


(a)

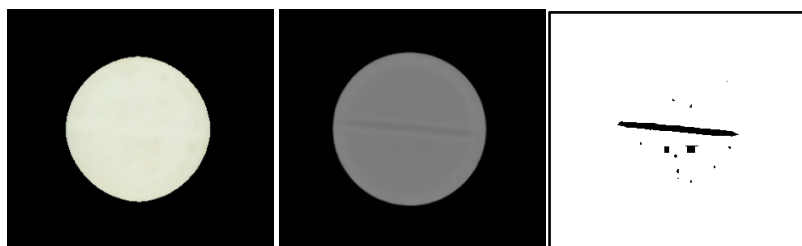


(b)

圖21案例一：形狀相同、顏色與壓印不同之藥錠



(a)



(b)

圖22案例二：形狀與顏色相同、壓印不同之藥錠



圖23失敗案例

伍、結論

本研究進行一項以影像識別為基礎之藥錠比對方法與裝置的研發，在實驗的過程中，發現在藥錠辨識在實務上有許多困難點，而這些困難點會影響到演算法的設計，尤其是在壓印特徵的分析上，文獻使用 SIFT 尺度不變特徵來進行藥錠壓印特徵分析，然而 SIFT 尺度不變特徵主要是利用影像梯度變化來做為特徵，因此並不適合外觀變化較為單調的藥錠影像；因此，本研究採用不同的方法進行，以自行設計演算法配合 OCR 方法來進行，本方法可獲得不錯的辨識度。經過 50 顆藥錠樣本的實驗驗證，在藥錠外觀沒有任何破損的前提下，本研究所使用的方法，若僅以形狀或顏色來進行辨識，其準確度高達 100%，而在壓印文字辨識率的部分則維持在 88% 左右，這是因為文字辨識必須在有條件的情況下，才能提高辨識率，如壓印文字影像必須要夠清晰、文字不能破損、文字影像不能有太多雜訊...等；在整個比對的實驗中，形狀與顏色兩個特徵可以篩選掉大部分的樣本了，壓印特徵則可做為更精確比對依據。在本研究中，我們自行設計了藥錠

影像辨識演算法與裝置，其中所使用的方法與應用皆與文獻上的不同，透過實驗的證明，我們的方法與裝置確實可行，雖然仍存在著一些壓印辨識的問題，這也是受限於藥錠壓印不明顯的狀況，當有此情況出現時，我們採用提示方式來提醒使用者以人工方式進行比對。另外，在影像處理演算法上，此研究主要是針對以文字來做為壓印符號的藥錠，但少部分藥錠式使用非文字或簡單刻痕來做為壓印，針對這類的藥錠就無法使用 OCR 來進行辨識，未來我們也將針對此類藥錠來找出解決方案，讓此研究的結果能更完善。

致謝

本研究是由 NSC 國家科學委員會的支持，102 年度計畫編號：
NSC102-2221-E-276-004.

參考文獻

- 石崇良 (2004)。醫療錯誤之流行病學，*台灣醫學*，8(4)，510-520。
- 行政院衛生署國民健康局，老化海嘯襲臺灣，2011.07.11, 網址：
http://health99.doh.gov.tw/Hot_News/h_NewsDetailN.aspx?TopIcNo=6260.
- 何世杰、阮祺文、林月招、周志中、侯秀慧、許維尹(2001)。病人安全指標之建置，*台灣醫學*，8(4)，535-541。
- 吳祥鳳、于漱、藍雅慧、唐福瑩 (2012)。給藥錯誤事件綜論—急診室、加護中心、兒科病房，*護理雜誌*，59，92-97。
- 林秋芬、陳玉枝、張文英、高靖秋、林月桂、盧美秀(2005)。醫療照護疏失原因之探討，*長庚護理*，16(1)，23-24。
- 林綽娟、呂桂雲、李素華等(2005)。公共衛生護理人員照護能力提升計畫—行政院衛生署委託研究計畫成果報告，台北：行政院衛生署。
- 邱曉彥、陳靜敏(2010)。資訊科技與社區護理之結合：遠距護理的興起，*源遠護理*，4(2)，5-10。
- 夏君誠、鄭亦真(2012年05月12日)、SNG，512 護士節上街頭不滿超時工作衛署抗議。中天新聞。線上檢索日期：2012年05月12日。網址：
http://www.ctitv.com.tw/news_video_c14v82048.html.
- 張念中、陳聰富(2011)。用法律觀點看醫療不良事件之風險管理，*醫療品質雜誌*，4，70-73。
- 張黎露、曹澤源、鄭春秋、陳明琪(2006)。運用資訊科技提昇病人安全-以某癌症專科醫院為例，*醫保研究雜誌*，2(1)，1-8。
- 連昭慈、李宇承(2012年05月07日)。白色巨塔血汗工廠？。華視新聞雜誌。線上檢索日期：2012年05月07日。網址：<http://news.cts.com.tw/cts/life/201205/201205080997292.html>.
- 郭素娥、姚銘忠、楊鎮嘉、黃梅芬(2008)。以資訊科技建構病人安全事件通報系統—以某區域醫院為例。*健康管理學刊*，6，1-16。
- 陳玉枝(2007)。病人安全與護理，*醫療品質雜誌*，1(1)，58-62。
- 陳廣瑞、陳雨柔(2012年05月11日)，直擊！護士過勞爆離職潮急診室忙翻天。中天新聞。線上檢索日期：2012年05月11日。網址：
http://www.ctitv.com.tw/news_video_c16v81997.html.
- 盧孳艷(2011年04月27日)。衛生署騙很大。自由時報。線上檢索日期：2011年04月27日。網址：<http://www.libertytimes.com.tw/2011/new/apr/27/today-o8.htm>, 2011.
- Aiken, L. H., Clarke, S. P., Sloane, D. M., Sochalski, J., & Silber, J. H. (2002). Hospital nurse staffing and patient mortality, nurse burnout, and job dissatisfaction. *Journal of American Medicine Association*, 288, 1987-1993.

- Benner, P., Sheets, V., Uris, P., Malloch, K., Schwed, K., Jamison, D. (2002). Individual, practice, and system causes of errors in nursing: a taxonomy. *Journal of Nursing Administration*, 32(10), 509-523.
- Chen, M., Ding, X. (1999). A robust skew detection algorithm for grayscale document image. *Document Analysis and Recognition*, 617- 620.
- Gonzalez, Rafael C., Woods, Richard E. (2002). *Digital Image Processing*. Second Edition, Prentice-Hall.
- He, L., Chao, Y., Suzuki, K., & Wu, K. (2009). Fast connected-component labeling. *Pattern Recognition*, 42, 1977-1987.
- Heckbert, P. S. (1982). Color image quantization for frame buffer display. *Comput Graphics*, 16(3), 297-307.
- Hong Y. (1993). Skew correction of document images using interline cross-correlation. *Graphical Models and Image Processing*, 55, 538-543.
- Hu, M.-K. (1962). Visual pattern recognition by moment invariants. *IEEE Trans. Inform. Theor.*, 8(2), 179-187.
- Huang, H.-L., Chang, Y.-M., Li, M.-C., Tang, S.-Y., & Lee, T.-T. (2011). Information technology in nursing: using the decision-making support system in the opd nursing instruction information system. *The Journal of Nursing*, 58(1), 79-84.
- Lang, T. A., Hodge, M., Olson, V., Romano, P. S., & Kravitz, R. L. (2004). Nurse-patient ratios: a systematic review on the effects of nurse staffing on patient. *Nurse Employee, and Hospital Outcomes*, 34, 326-337.
- Lee, Y.-B., Park, U., Jain, A. K., & Lee, S.-W. (2012). Pill-ID: matching and retrieval of drug pill images. *Pattern Recognition Letters*, 33, 904-910,
- Li, Z., Park, U., Jain, & A. K. (2011). Discriminative model for age invariant face recognition. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 6(3), 1028-1037.
- Linda, Q. T., Jeanne, S. (2009). Informatics and nursing: competencies and applications, *Lippincott Williams & Wilkins*; 3rd Edition.
- Lowe, D. (2004). Distinctive image features from scale-invariant key points. *Internat. J. Comput. Vision*, 60(2), 91-110.
- Marion, J. B., Kathryn, J. H., Susan, K. N., & Judith, V. D. (2000). Nursing informatics: where caring and technology meet (health informatics). *Springer*; 3rd Edition.
- McGills, Hall, L., Doran, D., & Pink, G. H. (2004). Nurse staffing models, nursing hours, and patient safety outcomes. *Journal of Nursing Administration*, 34, 41-45.
- Morimoto, M., Fujii, K. (2011). A visual inspection system for drug tablets, 2011 *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 1106-1110.

- Needleman, J., Buerhaus, P., Mattke, S., Stewart, M., & Zelevinsky, K. (2002). Nurse-staffing levels and the quality of care in hospitals. *The New England Journal of Medicine*, 346, 1715-1722.
- Ojala, T., Pietikainen, M., & Maenpaa, T. (2002). Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns. *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, 24 (7), 971-987.
- Ozdemir D, Akarun L (2002). A fuzzy algorithm for color quantization of images. *Pattern Recognition*, 35, 1785-1791.
- Royle, J. A., Blythe, J., DiCenso, A., Boblin-Cummings, S., Deber, R., & Hayward, R. (2000). Evaluation of a system for providing information resources to nurses. *Health Informatics Journal*, 6(2), 100-109.
- 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.
- Yang, K. P. (2003). Relationships between nurse staffing and patient outcomes. *The Journal of Nursing Research*, 11, 149-158.
- Yu, C.-C., Wen, C.-Y., Lu, C.-P., & Chen, Y.-F. (2012). The drug tablet image retrieval system based on content-based image retrieval, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 8(7), 4479-4508.

Development of an Intelligent Drug Identification Method and Device Based on Digital Image Recognition

Chuan-Pin Lu*, Wei Huang**

Abstract

In the recent years, there has been an impact on the quality of patients' care due to human negligence, especially in care institution. Nursing human resources are directly related to patient safety. For example, nurses need to be individually checked drugs and distributing drugs to multiple patients. For medical purposes, most hospitals introduce a large number of drugs, which nurses cannot remember completely. In some units of hospital, such as intensive care unit, drug identification is performed just by naked-eye examination. It is difficult for even a well-trained and experienced nurse to perfectly identify various drugs without the assistant of equipments. Many literatures examining the application of technology in the medical industry conclude that the quality of medical care would be enhanced significantly through the application of technology like automated machines. Therefore, the intelligent drug identification algorithms and a device based on digital image recognition will be developed to assist nurses in drug identification in this study. The device is based on digital image processing. The algorithms include color feature extraction (color quantization), shape feature extraction (signature), and imprint feature extraction (optical character recognition). Using the proposed automatic drug identification device, nurses can enhance the simplicity and the safety of nursing care in addition to increasing convenience and reducing human error.

Keywords: Drug Identification, Digital Image Processing, Health Care, Drug Image Identification System

*Student, Department of Information Technology, Meiho University.

**Assistant Professor, Department of Information Technology, Meiho University.

