

教育部 100 年度「學海築夢」獎助大專 校院海外專業實習計畫心得報告

原就讀學校科系：國立臺北科技大學電腦與通訊研究所

姓名：邱奕誌同學

實習國家：德國

實習機構：德國明斯特大學與德國科技中心

獲獎年度：100 學年度

一. 前言

今年暑假，我與另外的實習夥伴黃品綱同學第一次出國，可以說是抱著既緊張又期待的心情，2011 年 8 月 12 日我和品綱同學在桃園機場等待前往實習地點德國的班機，由於敝實驗室研究方向主要在於 3D 立體電視的部分，因此這次實習主要目標便是將 3D 立體電視從理論端、影像來源端、內容端、演算法端直到最後的顯示端，整個立體電視流程做個深入的研究探討，並且我們必須於實習期間，依據所見所學，完成實習實作，當然還有另一點很重要，便是希望可以透過這次實習深入了解德國人引以為傲的「德國精神」。

二. 行程安排

如前言所述，我們此趟來德國最主要目的，便是希望透過實務學習了解 3D 立體電視的各個流程，雖然台灣在 3D 立體電視研究方面也是相當卓越，但相信可以藉由此次實習機會獲得許多研究靈感，因此這次海外實習計劃我們以「德國三維立體視訊系統實習計劃」為主題，在此我們簡述大致行程安排。

由於德國明斯特大學在三維立體視訊系統演算法與技術上著墨甚深，因此本次的實習我們以德國明斯特大學為主要學習的對象，透過海外實習，習得前瞻的三維立體視訊技術，並且做進一步的學術交流，希望雙方可以交流彼此在三維立體視訊學術領域研究的心得與研究思維。

此外，為了能夠具備實務實習的經驗，DeutschesTechnikmuseum、3D Exploramuseum、Potsom Filmpark 提供我們實務操作與參訪的機會，讓我們能夠接觸到完整的三維立體視訊系統的設計與操作。我們將三維立體視訊系統的核心技術做為實習的重點，包含「三維相機攝影機的光學系統前端設計」、「三維立體視訊系統成像端設計」、「三維立體視訊系統整合設計」與「三維立體視訊系統趨勢探討」。

在這一連串的實習訓練之後，接著進入實習的重點項目「實習實作」，源於德國務實嚴謹的工業設計精神，我們必須於實習期間，依據所見所學，完成實習實作，我的實習題目訂為「**二維對三維影像轉換系統**」，需設計完整的演算法實現二維對三維的影像轉換。

另外，我們為了涵養德國工藝精神，老師安排了一天的工業參訪，我們到德國工業發展的濫觴--Ruhr 工業區，學習德國嚴謹的工藝精神與技術。

最後，為了驗證實習所學之成效，因此我們在實習結束前，參加了一個三維立體視訊系統的相關會議(*IEEE International Conference on Consumer Electronics - Berlin*)，依據實習所學到的技術，與來自德國和全球各地的三維立體視訊專家，

做進一步的意見交流，讓我們了解現在三維立體視訊技術，驗證所學的實用性。

三. Westfälische Wilhelms-Universität Münster

一般國人對於 Münster 這個都市一定相當陌生，但其實 Münster 在德國算是相當著名的城市，此地歷史上最知名便是 17 世紀的三十年戰爭(Thirty Years' War)是在此地簽定和平條約而結束的，除此之外此地是北德的交通要地，共有 8 條主要鐵路在此地交會，明斯特當地的生活相當豐富，雖然不若柏林、法蘭克福現代化，但其城市有其他城市所沒有的文化歷史，也因此造就了良好的讀書氛圍而變成北萊因-西發里亞邦之著名大學城。明斯特向來素有歐洲腳踏車之都的美譽，因此一開始到這城市會覺得相當新奇，四處皆可以看到人們騎著腳踏車，下圖為明斯特市區一景。



圖 1 Münster City

明斯特大學(Westfälische Wilhelms-Universität Münster)即處於這種充滿書香氣息的城市，明斯特大學是德國最大和最著名的大學之一，大學目前擁有 7 所學院及 15 個科系，而我們前往拜訪的蔣教授實驗室即是隸屬於其中的數學與計算

機科學系(Mathematics and Computer Sciences)，而當初會選此地點，便是想要探討 3D 流程中之演算法設計，由於 3D 流程當中，演算法決定了 3D 顯示效果優劣之關鍵，因此希望來此地可以學習到更好的演算法，以培養良好的研究能力。

前面有提到 17 世紀的三十年戰爭(Thirty Years' War)是在此地簽定和平條約而結束，而當時簽約地點便是現今明斯特大學之校門，如下圖所示，可以發現校門口相當華麗，這是因為此地以前即是皇宮，後來改建而成如今之明斯特大學校門，另外此校還有一特別之處，便是其植物系是相當知名的，其系館之植物園面積跟台北大安森林公園大小差不多，雖然我不是相關科系，還是對其教育資源感到相當羨慕，而我們所拜訪之數學與計算機科學系，與一般台灣的大學不同之處便是一般碩士生只需修課修完即有碩士學歷，故系所實驗室學生通常為博士生，以我們拜訪之蔣教授為例，博班學生在學就有 11 位博士學生，在研究實力上可以說相當堅強。



圖2 上圖為明斯特大學正門口圖，左下為數學與計算機科學系所在之科館建築，右下為教室上課情形。

實習的日子歲月裡，我感到既緊張又興奮，因為很想知道國外學生跟台灣學生有何不同，而由於我們前往時間為當地暑假時期，蔣教授學生只剩博班有在學校，也由他們教導我們相關的實務研究，由於蔣教授本身專長蠻多的，因此其博士班學生每個人研究領域幾乎都不太一樣，不過大部分專攻於影像處理方面，蔣教授事後也向我們說明由於明斯特大學本身醫學系蠻發達，加上醫療影像處理一直是一個相當需要人力投入研究之領域，因此他們同時會與醫學系合作進行相關影像研究。

蔣教授在 3D 顯示相關研究十分卓越，其中有位博士生讓我印象蠻深的，他從事 3D 顯示相關研究，他教導我們 3D 立體影像處理的訣竅，如下圖所示，或許圖片看不太出來，但畫面中左邊螢幕為 3D 立體螢幕，右邊為其一般螢幕，用來將處理結果丟到左邊立體螢幕顯示，並檢查其效果優劣。



圖 3 左圖：實習過程。右圖：三維立體視訊模擬環境

實習的過程中，和 11 位博士班學生學習到許多三維視訊處理與影像處理的寶貴經驗，博士班學生細心的教導與解說，讓我們真的覺得受用良多，除了學習到國外從事 3D 相關研究是如何做的之外，亦同時學到以前從未接觸過的醫學影像相關研究，相信此行對我未來的學習與實習研究相當有幫助。

四. 三維相機攝影機之光學系統前端設計實習

在實習過程中，我們同時搭配三維立體視訊系統的核心技術做為實習的重點，首先，我們先以三維相機攝影機的光學系統前端設計為核心，做實務上的操作與

學習，我們得到 DeutschesTechnikmuseum 的協助，讓我們可以了解到三維相機攝影機光學系統前端的設計關鍵。

DeutschesTechnikmuseum 提供了許多三維相機與攝影機之光學前端系統，此外讓我相當震驚的是，德國在很久以前就有 3D 電影院，雖然當時只是紅藍眼鏡但可以得知德國很勇於接受並開發新技術，這點值得我們台灣學習，而館中也採自然採光達到省電的效果，館中可以發現四處皆有大鏡子來做陽光反射利用的效果，也算是相當新奇的裝備，整體而言 DeutschesTechnikmuseum 的資源仍然相當豐富，此行算是相當值得。



圖 4 左圖為 DeutschesTechnikmuseum 外貌，右圖為早期民眾前往電影院觀賞 3D 電影之畫面。



圖 5 左圖為早期 3D 觀賞設備，主要在內部放入左右眼不同的兩張圖，觀賞起來即有 3D 立體效果，右圖為前述拿來採光之鏡子。

DeutschesTechnikmuseum 除了擁有許多三維相機與攝影機之光學前端系統之外，同時介紹了德國科技的發展，DeutschesTechnikmuseum 外觀相當顯眼，即一架飛機停落在 DeutschesTechnikmuseum 頂樓，其實在德國生活下來會發現，德國人在建築設計方便是相當厲害的，很多小巧思即可使建築有相當現代化之效

果，讓我見識很多在台灣算是相當前衛之建築，而 DeutschesTechnikmuseum 內有許多各式各樣的飛機、船艦甚至還有當年造成第二次世界大戰英美聯軍相當多傷亡之淺水艇，全部皆為實體展示，光實體飛機就有 2、30 架之多，這是我們在 DeutschesTechnikmuseum 學習三維相機與攝影機之光學前端系統之外，額外的收穫。

五. 三維立體視訊系統成像端實習

我們完成三維相機攝影機的光學系統前端設計的實習之後，緊接著，我們進一步做三維立體視訊系統成像端設計的實習，實習的規劃包含了三維立體顯示技術與三維立體拍攝技術。

為了能夠在三維立體顯示技術方面，有更深入的瞭解，德國的 3D Exploramuseum 協助我們，讓我們得以接觸到多樣式的三維立體顯示技術。3D Exploramuseum 擁有一些早期的 3D 相關文物，由於早期技術尚未發達，因此要達到 3D 效果，最簡單方式便是小時候玩的紅藍眼鏡，而 3D Exploramuseum 擁有相當多早期紅藍眼鏡搭配之圖片，如下圖所示，這裡，讓我們得以接觸到多樣式的三維立體顯示技術，獲益匪淺。



圖 6 在 3D Exploramuseum 學習三維立體顯示技術

我們完成了三維立體顯示技術的實習，緊接著我們進行三維立體拍攝技術的實習。

德國電影工業是世界影視工業的濫觴，柏林影展亦是指標性的影展，在此的同時，德國亦研發新一代的顯示技術。由此可知，在德國實習可以接觸到三維立體視訊與影視的拍攝技術。

我們這一部份的實習，得到 PotsdamFilmpark 與 PotsdamFilm museum 的協助，實際體驗三維立體拍攝技術的過程與成品。

Potsdam 位於柏林近郊，以前是普魯士王國以及德意志帝國之皇宮所在地，而此次到 PotsdamFilmpark，最大目的是希望可以看到一些實際 3D 電影的拍攝技術，畢竟 3D 顯示流程的拍攝端技術(內容端)也是相當重要的環節。

而在 PotsdamFilmpark 裡面除了一般常見攝影器材之外，也融入了時下流行之 3D 因素，例如一些電影拍攝須注意之技巧，即以 3D 影片方式播放呈現，甚至還有 4D 電影院(比起 3D 效果，即多加入了體感因素)，此行也讓我更加了解電影拍攝所需要不單單只是演員、編劇以及攝影師這麼簡單，它所需要是一個完整的團隊，簡單來說一部電影即是眾人各司其職所做出的一個成果。



圖 7 左圖為 PotsdamFilmpark，右圖為我們實際體驗 4D 電影院之效果。

PotsdamFilm museum 與 PotsdamFilmpark 同樣位於 Potsdam，而兩者距離並不會太遠，此點原先擬定的目標跟 PotsdamFilmpark 一樣，也是希望可以更加瞭解電影的拍攝原理，在這裡我們接觸到一些早期攝影器材，PotsdamFilm museum 的攝影器材保存相當完善，讓我們有機會接觸到完整的攝影器材。



圖 8 PotsdamFilm museum 的攝影器材

六. 三維立體視訊系統展示

接下來的實習方向著重於三維立體視訊系統，為了目睹完整的三維立體系統整合設計，我們到位於 Potsdamer Platz 旁的 SONY Center 以及德國電影博物館 (Deutsche Kinemathek Museum für Film und Fernsehen)，在這裡的展場展示了世界上最先進的三維立體系統。

SONY Center 主要於 2000 年建造而成，此地包含會議中心、電影博物館甚至還有電影院，可以說是一應俱全，而在此主要都展示一些最新的視訊產品，此處有許多 3D 立體螢幕、電視甚至連筆記型電腦也具備 3D 螢幕功能，當然我們也有試著操作，不過筆記型電腦主要還是需要搭配立體眼鏡使用這是較為不方便之處，另外在 Deutsche Kinemathek Museum für Film und Fernsehen 我們看到德國電影工業的發展，以及一些攝影器材的演變，並看到許多三維立體視訊系統的攝影器材，收穫也是相當多。



圖 9 SONY Center 與 Deutsche Kinemathek Museum für Film und Fernsehen

七. 實習實作：二維對三維影像轉換系統

經過一連串的實習訓練之後，接著進入實習的重點項目「實習實作」，源於德國務實嚴謹的工業設計精神，我們必須於實習期間，依據所見所學，完成實習實作，我的實習題目訂為「二維對三維影像轉換系統」，下列為我所完成的實習實作內容。

由於立體螢幕上播放立體影像需要兩張以上的不同視角影像，為了壓縮此龐大資料量，於是 ATTEST 提出使用一張二維原始影像搭配一張相對應之深度資訊圖，透過 DIBR 演算法產生不同視角影像，最後便能在立體螢幕上順利顯示，而產生深度資訊圖的方法主要歸類為四大類，本實習主要研究之方向為二維至三維之影像轉換（2D-to-3D Conversion），本實習提出一個簡單而有效的方法，即透過風景之中，山與山之交疊後所產生的“人”字型圖案，來分辨出前景與後景關係，我們將此圖案定義為重疊線。

系統架構

本實習主要將系統區分五大部分，第一部分為使用 Block-Slope-Pattern-Based Vanishing Point Detection 演算法來搜尋消失點，當順利找出消失點後，便使用此演算法產生深度資訊圖，若找無消失點則進入本實習提出之系統架構，第一部分為使用中值濾波器來做影像平滑處理，而第二部分為影像的邊緣偵測以及雜訊去除，第三部分為重疊線搜尋演算法，而當此部分找到重疊線即進入最後一部分填入深度資訊值，而本實習提出之完整架構圖如下圖所示。

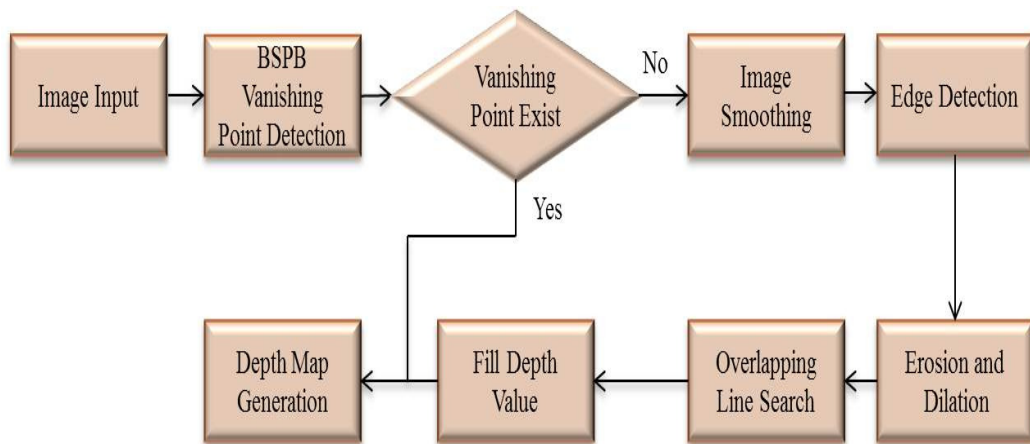
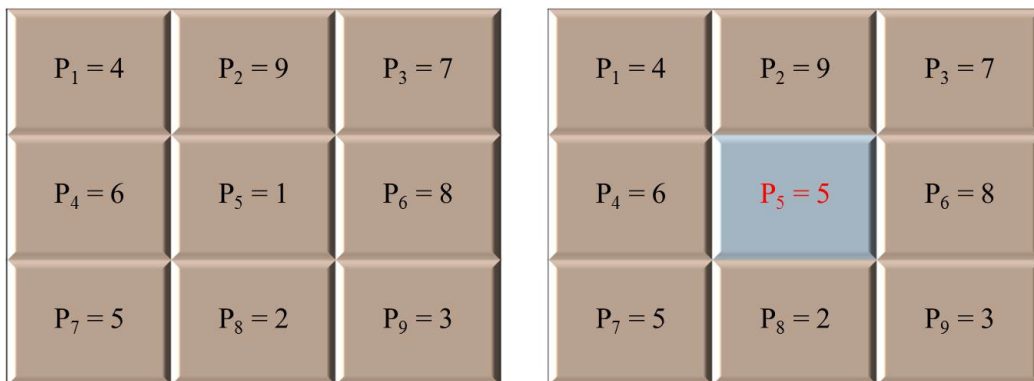


圖 10 二維對三維影像轉換系統架構圖

影像平滑化

由於本實習研究目標影像為自然風景圖，而自然風景圖一般有一特點便是顏色相似之像素點相當多，為了降低後續邊緣偵測的錯誤，因此我們希望能先在邊緣偵測開始之前便先將之混合成同一顏色區塊，但為了避免將邊緣資訊也一同去除掉，因此我們運用影像平滑（Image Smoothing）來達成我們的需求，中值濾波器（Median Filter）能夠在去除雜訊的同時也能保留住邊緣部分的資訊，而所謂中值濾波器即是運用一遮罩在原圖上做運算，以一像素點為中心，在遮罩之內的像素值做大小排序，排序完中間的數值將取代原先遮罩內中心點像素值。

在此我們以一矩陣 3×3 大小的中值濾波器來說明，如圖 11（a）所示， P_1 至 P_9 為九個遮罩內之像素點，因此需要將 P_1 至 P_9 九個像素點做大小排序，排完像素由小至大應如 11（c）所示，可以發現中間像素值為 5，因此便要將原先 P_5 位置上的像素值 1 取代為像素值 5，如圖 11（b）所示，由於本實習希望可以更加加強其效果，考慮上整體效果以及硬體運算時間因素，由於 3×3 雖運算較快但其效果較不明顯，而 7×7 雖其效果明顯但運算過於耗時，因此我們使用的是效果以及硬體消耗時間兼顧的 5×5 大小的中值濾波器，結果如圖 13 所示。



(a) 中值濾波前

(b) 中值濾波後

1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_5	P_8	P_9	P_1	P_7	P_4	P_3	P_6	P_2

(c)排序結果

圖 11 中值濾波器



圖 12 原始二維圖片



圖 13 經由中值濾波處理後之結果圖

由圖 13 可以發現，原先圖片很多草原、樹林部分都可以被混合成同樣一種顏色區塊，而圖片中較重要之邊緣輪廓都可以的順利保留下來，因此我們可以確

認這是我們想要的結果。

邊緣偵測

將原始影像區分為物件和背景是一般影像處理的必備動作，此動作最主要的目的便是希望可以找出物件或背景的邊緣資訊，而邊緣資訊在影像中有明顯的亮度變化區域，代表高頻訊號的區域。

搜尋邊緣資訊以及物件辨識對人類而言是相當簡單的，但對於電腦系統而言，即使使用很複雜的演算法，邊緣的偵測以及物件辨識都是一件不容易的事情，而影響的因素主要可以歸類成兩大類：

1. 硬體設備的限制：原始影像在拍攝時，由於感測元件的雜訊，可能使一些亮度沒有明顯變化的邊緣資訊遺失掉，此問題主要為硬體設備所造成。
2. 人為因素造成：一般影像處理很常用到影像平滑濾波器，而此種濾波器雖然可以將雜訊去除，但也伴隨著影像模糊化（Blurring）的缺點，而模糊化有可能會將影像當中一些亮度變化較不明顯的邊緣去除掉，除此之外也有可能使用其他不當影像處理而將邊緣去除掉，因此在做影像處理時往往也需要考慮到對邊緣資訊的影響。

在完成中值濾波動作之後，我們便要開始偵測影像當中的邊緣資訊，由於自然風景圖片的邊緣大部分都會出現亮度變化很明顯這個特點，而為了減少運算量，我們便利用亮度變化很明顯這一個特點來偵測邊緣，如圖 14 所示，圖中 Y 與 Y-1 分別為相鄰之 RGB 像素值，而我們使用之方法為將上下相臨之兩個像素點做相減，當 RGB 三個數值皆相差超越一臨界值即判斷此為邊緣，而在此我們將臨界值設為 10，即相鄰之上 RGB 數值若相差 10 以上，則判斷為邊緣，我們將其設為 255，反之則將之設為 0，藉由此簡單方法我們便能找出邊緣資訊，如圖 15 所示。

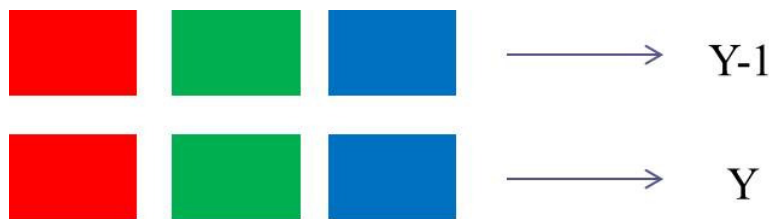


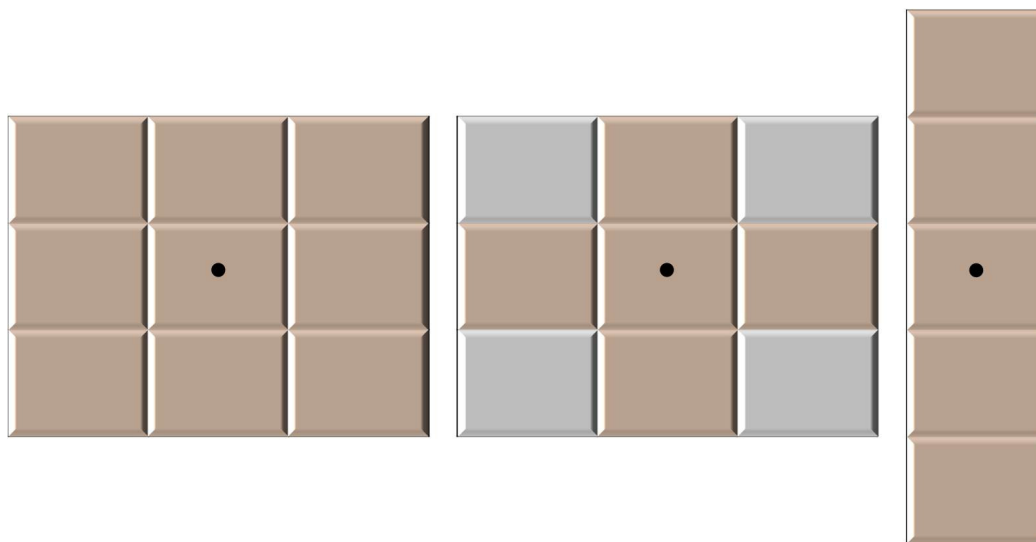
圖14 邊緣偵測示意圖



圖15 邊緣偵測結果圖

膨脹(Dilation)與侵蝕(Erosion)

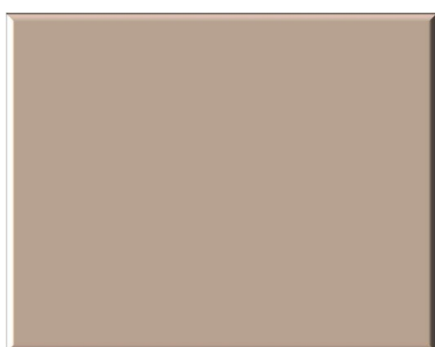
形態學 (Morphology) 一般為生物科學針對生物體外觀形狀、結構做研究的名詞，但在影像處理當中是一種針對特定形狀去做處理的一種技術，而形態學當中最為基礎的運算方法分別為膨脹 (Dilation) 與侵蝕 (Erosion)，很多形態學演算法皆是由這兩種運算方法發展出來的，而在做形態學運算時我們通常會定義一個遮罩，名詞為結構元素 (Structuring Element)，其大小以及形狀由使用者定義，如圖 16 所示，圖 (a) 即表示一個完整的 3×3 遮罩，圖 (b) 與 (a) 不同，它是一個十字型的遮罩，即 3×3 遮罩的四個角落並不在其偵測範圍，至於圖 (c) 則是一個 5×1 的長方形遮罩，而在本實習使用圖 (a) 去做運算。



(a)完整的 3×3 遮罩 (b)十字型的 3×3 遮罩 (c) 5×1 的長方形遮罩

圖16 各種結構元素示意圖，本實習採用(a)做運算

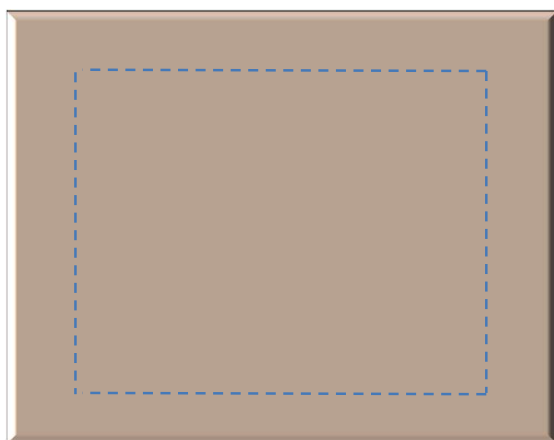
膨脹運算即是運用輸入圖片跟結構元素做運算，如圖 17 (a) (b) 所示，當結構元素內除了中心點外有一點為白點（即像素值為 255，在此我們定義褐色為白點較方便說明）則定義此點像素值為 255，反之則將此點定義為黑點（即像素值為 0），如圖 17 (c) 所示，可以發現經由此運算後原圖會有膨脹一層的現象，此現象即為膨脹運算。而侵蝕運算跟膨脹運算不同的地方是，當結構元素內除了中心點外，若皆為白點，則定義此點為白點，若有一點非白點則定義此點為黑點，如圖 17 (d) 所示，可以發現經由此運算後原圖會有收縮一層的現象，此現象即為侵蝕運算。



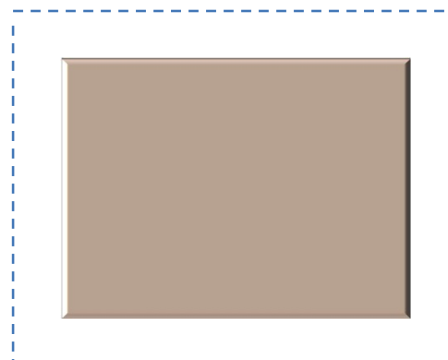
(a)輸入圖片



(b)結構元素



(c)膨脹運算結果



(d)侵蝕運算結果

圖17 膨脹與侵蝕運算結果示意圖

而膨脹與侵蝕以數學式表示分別如公式 (1) (2) 所示，其中 $f(x)$ 表示原圖， M 則表示遮罩的範圍， x 與 y 即像素點座標值， δ 符號即表示膨脹，而膨脹運算即是找出結構元素內最大值，此最大值即是最後的輸出值，而 ε 符號即是侵蝕，侵蝕運算即是找出結構元素內最小值，此最小值即是最後的輸出值。

$$\delta_n(f(x)) = \text{Max}\{f(x-y), y \in M\} \quad (1)$$

$$\varepsilon_n(f(x)) = \text{Min}\{f(x+y), y \in M\} \quad (2)$$

由前述可以得知，膨脹運算主要可以用來擴大一張圖像，而侵蝕則是相反，會使圖像收縮，而將膨脹與侵蝕做組合運算，則稱作斷開（Opening）與閉合（Closing）運算，分別如公式（3）（4）所示，其中 γ 符號表示斷開運算， ϕ 符號表示閉合運算，斷開運算主要是先進行侵蝕運算再進行膨脹運算，它可以截斷圖像中較狹窄的細線，主要用來平滑圖像的輪廓，而閉合運算則是先進行膨脹運算再進行侵蝕運算，跟斷開運算不同的是它可以將一些狹窄且斷開的地方連接起來，也能消除一些小洞，而本實習主要使用後者，即先進行膨脹運算再進行侵蝕運算的閉合運算，其結果圖如圖 18 所示。

$$\gamma_n(f(x)) = \delta_n(\varepsilon_n(f(x))) \quad (3)$$

$$\phi_n(f(x)) = \varepsilon_n(\delta_n(f(x))) \quad (4)$$

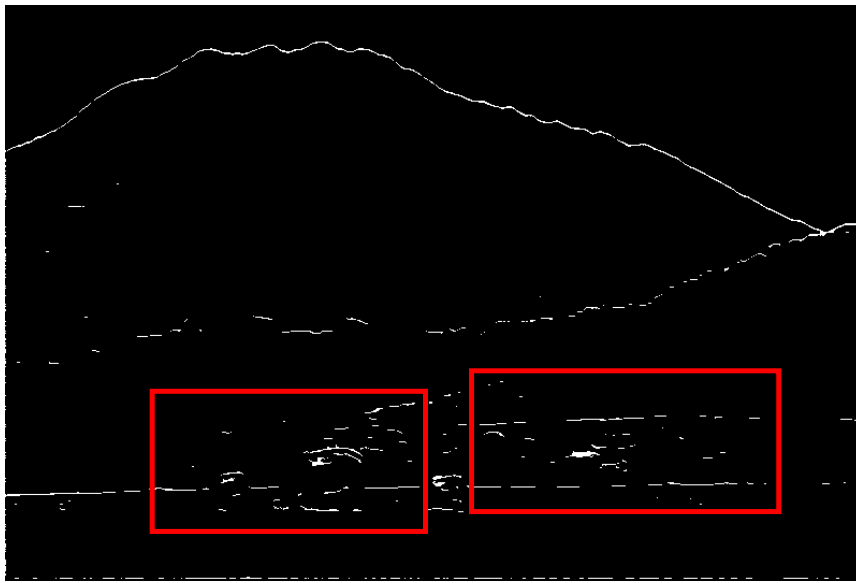


圖 18 膨脹與侵蝕結果圖

由圖 18 紅色區塊可以發現我們將圖 15 的部分雜訊以及部份小洞去除掉，不過也確實保留住原始影像之重要輪廓，但處理完仍然會有一些雜訊存在且會有線段不明顯的問題，為了避免後續填補深度資訊值錯誤，我們便要想辦法將線段接上，而在此我們運用膨脹運算的特性，將圖片使用膨脹運算直至線段接上為止，而我們經由多次實驗發現，使用四次膨脹運算是最合適的，因此我們將圖 18 先進行四次的膨脹運算把線段膨脹至一明顯程度之後，而為了在將局部雜訊去除，我們再進行四次 5x5 的中值濾波運算，藉此將那些雜訊消除，之所以會進行那麼多次的中值濾波運算，主要原因是因為前面為了加強線段效果也連帶把一些小雜

訊擴張放大，因此才需要做那麼多次的中值濾波運算來消除，結果如圖 19 所示，其中可以發現主要輪廓已經被我們將之切割出來，而圖 20 為此系統流程圖，主要由 Edge Detection、Dilation、Erosion 以及 Median Filter 四個部分組成。

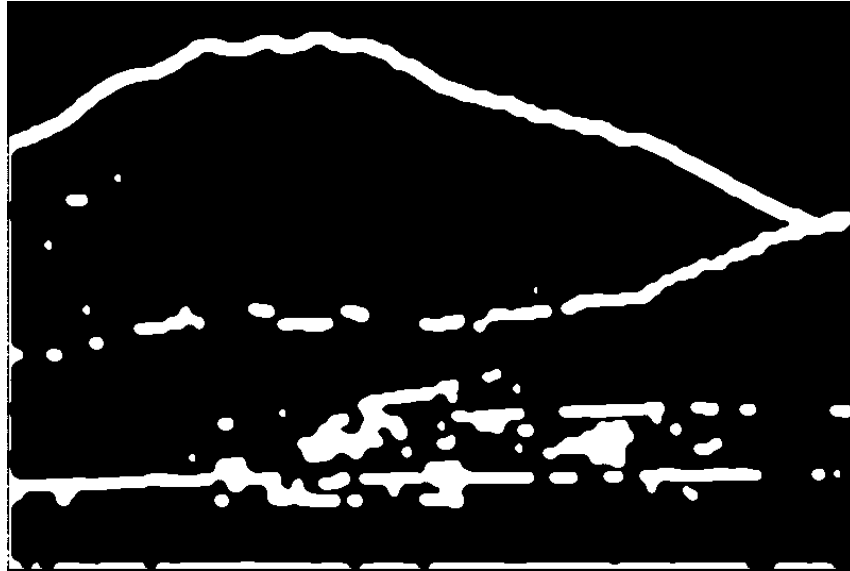


圖19 中值濾波結果圖

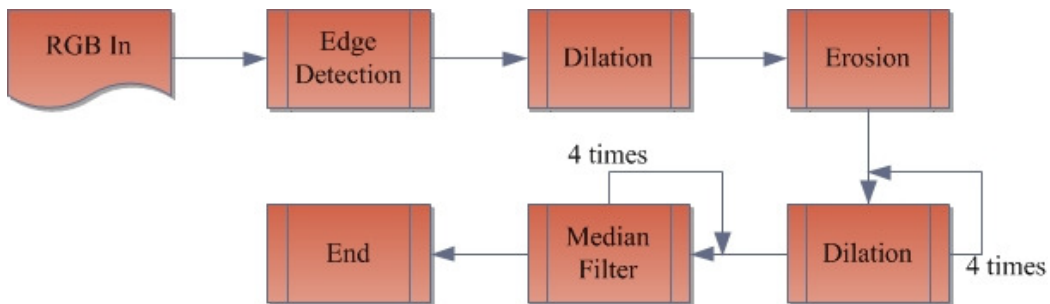


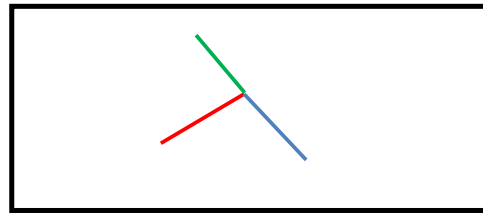
圖20 邊緣偵測流程圖

重疊線搜尋 (Overlapping Line Search)

在一般的山水圖片當中，常常會出現山與山交疊的景色，如圖 21 (a) (b) 紅色方塊所示，而其中必定會出現一“入”字型或“人”字型的形狀，如圖 21 (c) 所示，本實習便依據此特點去做研究，也可以將之視為有三條線交會於一點，以圖 21 (c) 為例即是綠色、紅色與藍色三條線，當中斜率較相近的兩條線我們將它定義為重疊線，即前景（綠線與藍線），反之定義為後景（即紅線），藉此我們便可以分辨出山與山交疊之間，何者距離較為接近觀察者，何者距離觀察者較遠，而此重疊線定義同樣也適用於其它擁有“入”字型或“人”字型的圖片，以下我們將介紹如何找尋重疊線，並且定義出前景與後景。



(a)圖中紅色方塊為重疊線出現的地方(b)圖中紅色方塊為重疊線出現的地方



(c)重疊線以人字形表示

圖 21 重疊線示意圖

關於重疊線偵測方法，最直覺的方式便是如前述所提到，對整張圖片所有線段做偵測，當偵測到三條線交會在一起之後，接著判斷三條線段各自斜率，較相近的兩條我們把它設為前景，剩下的那條我們將之設為背景，但使用這種方式搜尋運算量會相當大，考慮到後續晶片下線的問題，我們不使用對晶片而言複雜度較高的搜尋線段斜率方式，取而代之的是，我們針對圖片重疊線的缺口去做搜尋，而我們的搜尋方式主要有幾個步驟，首先我們先找出可能是重疊線的地方，我們先對整張圖以 N 字型做掃描，即圖片從左下開始至右上結束，每一行所遇到的第一個白點我們將它的座標 y 值記錄下來，並接著掃描，在遇到黑點之前只要遇到白點，我們便更新座標 y 值，當遇到黑點之後便判斷進入一黑色區塊，因此當接下來出現的白點其座標 y 值與前述紀錄之 y 值做相減，當它小於我們設的臨界值以內，即將之標籤起來並將紀錄的 y 值歸零，當下一個白點出現再紀錄座標 y 值，每一行重複這些動作至整張圖片搜尋完畢，如此我們便可以得到初步可能出現重疊線的區域，如圖 22 所示。

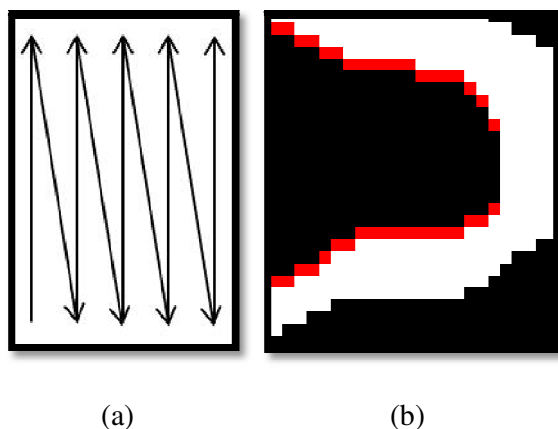


圖 22 (a)由左下角至右上角的 N 字型掃描方式，(b)當上下白點之間擁有維持在臨界值內的黑點，則將之標籤起來。

而找完初步重疊線可能出現的區域後，我們接下來便針對這些標籤的地方做處理，由於“入”字型或者是“人”字型的形狀通常會有不只一個地方被標籤起來，因此我們只需要在有被標籤的區域偵測標籤值的數量，我們使用一 11×11 大小的矩陣去計算標籤值範圍內標籤值的數量，而數量較多的地方我們便可將之判斷為可能的重疊線區域，保留其標籤，反之若數量較少之地方我們將之標籤去除，如此一來明顯誤判的區域便無標籤，最後我們保留數量前五名的標籤值以利下一步驟使用。

而單單使用上述方式還是會有些區域錯誤判斷，因此我們在加入另一條件判斷，我們直接計算前五名的標籤值“入”字型或者是“人”字型的缺口有無呈現漸漸變大的趨勢，會以此判斷是因為山與山的交疊通常會是一個很大的“入”字型或者是“人”字型的圖案，其示意圖如 23 所示，圖 23 (b) 即是一“入”字型缺口，可以發現缺口會有漸大的情況，因此我們便利用此特性計算其缺口的變化，當找到變化最大的缺口我們便定義此為重疊線。

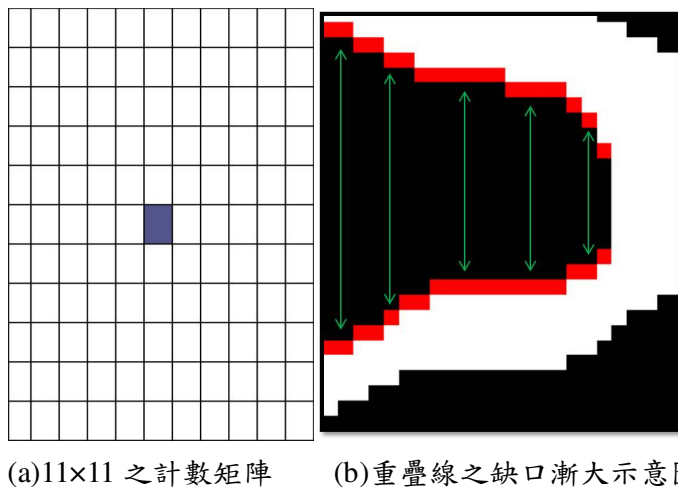


圖 23 圖(a)為計算標籤值數量之矩陣，圖(b)為重疊線放大示意圖

圖 24 為系統流程圖，在一開始我們先將整張圖片做掃描，當遇到白點我們便記錄其座標位置，而當遇到像一個白點時候，我們便進入 Comparing and Labeling 步驟，而此步驟便是判斷此處是否要進行初步標籤化動作，之後再繼續搜尋白點，反覆此動作至整張圖片標籤結束時，我們便進入 Count the Labeling Area 步驟，此步驟我們便找出標籤數量前五名的標籤位置，完成之後便進入最後一步驟 Gap，此步驟我們便針對前五名的缺口大小去判斷，當缺口最大者我們便定義其為最後的重疊線座標位置。

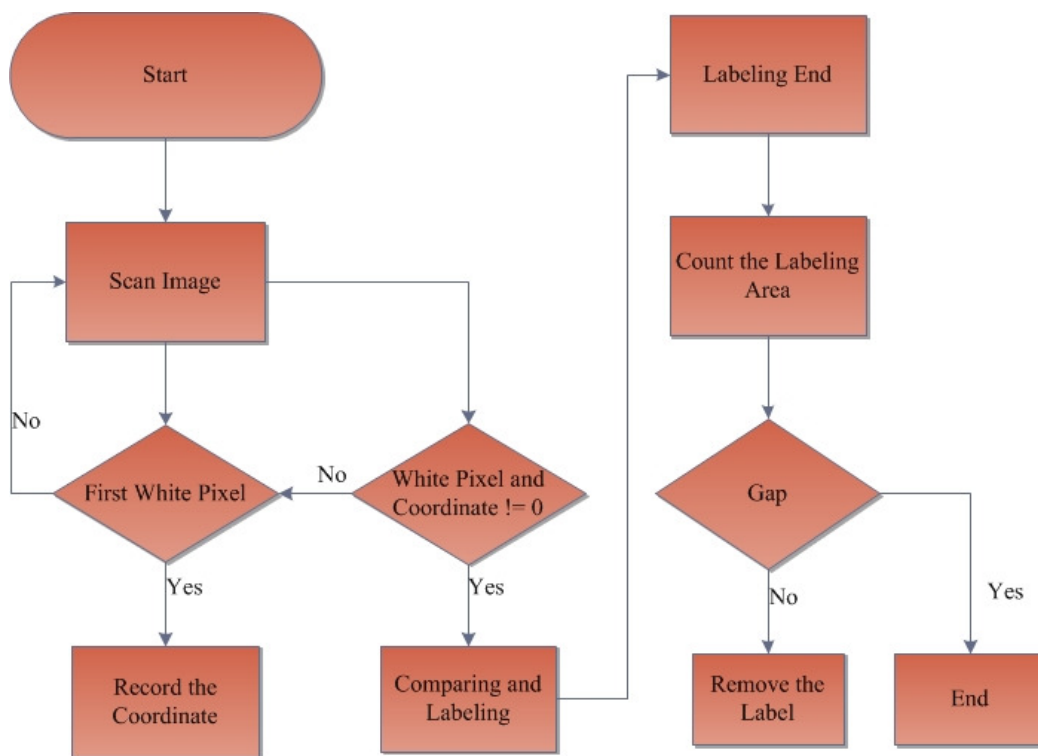


圖 24 重疊線搜尋法流程圖

由於並不是每一張圖片皆具有重疊線的形狀，因此假若我們在此步驟直接輸入的圖片為具有消失點的圖片，則重疊線通常會錯誤，因此我們才要在一開始使用文獻所提出的採用區塊斜率樣本之消失點偵測技術來過濾掉一些不合適的圖片，而採用區塊斜率樣本之消失點偵測技術將在往後的做其重點介紹。

填入深度資訊值

在完成前述重疊線搜尋法之後，我們便可以填入深度資訊值，跟前述 N 字型掃描相反，我們先以字型進行掃描，即由左上角至右下角掃描，當看到第一個白點的時後即表示遇到圖片當中最遠的物件，而在此點至下一個白點之間之黑點，我們都將之填入依相同之深度資訊值，如公式 (5) 所示，其中 y 值表示當前行數的第一個白點之座標 y 值，而 $height$ 表示輸入圖片之高，會以此數學式子表示是因為深度資訊值是用 8 位元表示，因此我們需要將整張圖片平均分配這些深度

資訊值，而最後又以 255 將之減去是因為我們深度資訊圖定義最遠是黑色（即數值 0），而最近則是白色（即數值 255），而之所以會填入相同之深度資訊值是因為考慮到後續在立體螢幕上之顯示效果，若填入漸層之深度資訊值，其顯示效果未若填入相同深度資訊值明顯。

$$\text{depth value} = 255 - y \times \frac{\text{height}}{256} \quad (5)$$

而當同一行持續不斷掃描的時候，而遇到第二個白點時，則將公式（5）之座標 y 值進行更新，並在之後填入新的深度資訊值，而同一行每經過一白點即更新座標 y 值，會如此做原因是因為每經過一白點等同經過下一層，因此需要填入不同深度資訊值做區隔，如此每行反覆操作直到整張圖片掃描完畢。掃描完畢後，我們要確認重疊線是前景，也就是說重疊線的數值應該較高（即更接近白色），反之若在重疊線上方數值應該要較低（即更接近黑色），由於若單單只使用上述填補深度資訊值的方式，重疊線部分的深度資訊值可能會變成有漸層的效果（由於 y 值的不同造成每一行的深度資訊值不一樣），而為了確保重疊線部分的深度資訊值是相同的，因此我們針對重疊線位置去做檢查，同樣也是使用 N 字型掃描，即從左下角至右上角掃描，當掃描位置高於重疊線位置的時候，則不必對其數值進行修正的動作，反之當掃描位置低於重疊線位置的時候，則填入公式（6）的深度資訊值，其中 y_0 表示重疊線之座標 y 值，即重疊線交點的座標 y 值，完成此動作後我們便可完整填補完整張深度資訊圖，如圖 25 所示。

$$\text{depth value} = 255 - y_0 \times \frac{\text{height}}{256} \quad (6)$$

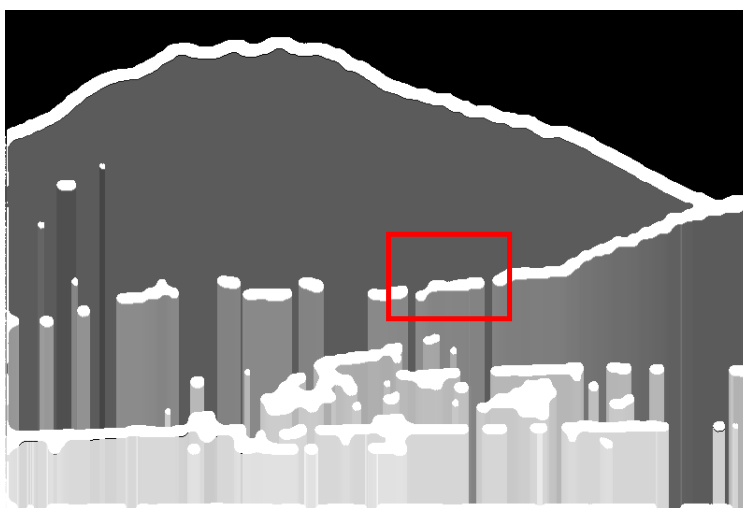


圖 25 深度資訊圖

而由圖 25 可以發現會有些區域因為線段不連續的關係(圖中紅色方塊位置)，導致深度資訊值填補錯誤，因此我們再加入一個修正方法，即將填補錯誤之區域用左右兩邊之深度資訊值來填補取代，首先對整張圖片進行從左上角至右下角的 Z 字型掃描方式，當發現當前座標像素值與左右一臨界值範圍（在此我們設為 16）之像素值不同，且左右像素值皆相同，我們便以左右像素值來填補當前座標像素值，其結果如 26 所示。

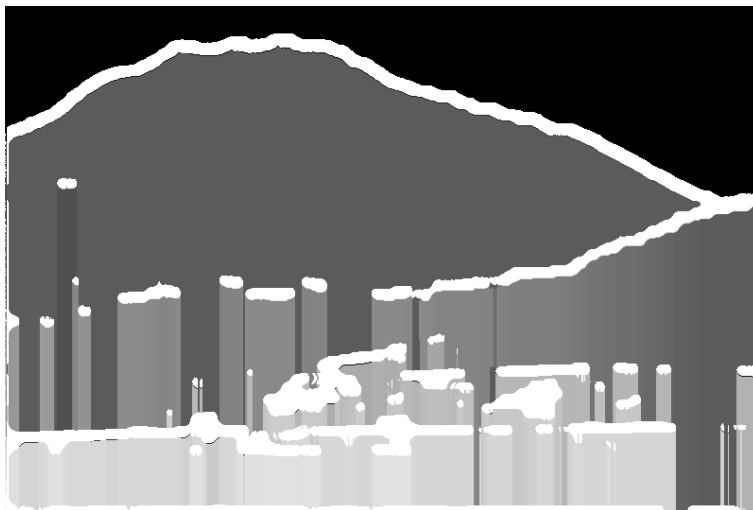


圖 26 深度資訊圖

Block-Slope-Pattern-Based Vanishing Point Detection演算法

由於本實習提出之重疊線演算法侷限於輸入圖片必須擁有重疊線才可運作，為了增加輸入圖片的多樣性，我們將簡短介紹文獻提出的採用區塊斜率樣本之消失點偵測技術，由於大多數的消失點偵測技術演算法通常都很複雜，難以實現於晶片設計上，該方法提出利用一個區塊斜率樣本來找出消失點，避免複雜的數學運算，方便實現於晶片設計，其系統架構圖如圖 27 所示。

由於此系統並不需要彩色資訊，只需要亮度資訊即可，因此，首先使用公式 (7) 將三原色 (R、G、B) 的彩色影像轉換為灰階 (Gray) 影像，而在彩色影像轉換為灰階影像的過程並不會影響到影像的特徵，因此，灰階影像可作為演算法運算的原始圖檔。

$$y=0.299\times R+0.587\times G+0.114\times B \quad (7)$$

接下來，進行影像的邊緣偵測 (Edge Detection)，由於影像中的物件邊緣延伸後所交會的點即為消失點位置，進行影像的邊緣偵測的目的是為了將影像中的物件邊緣切割出來，以便後續處理。在邊緣偵測之後，此系統提出一個基於區塊

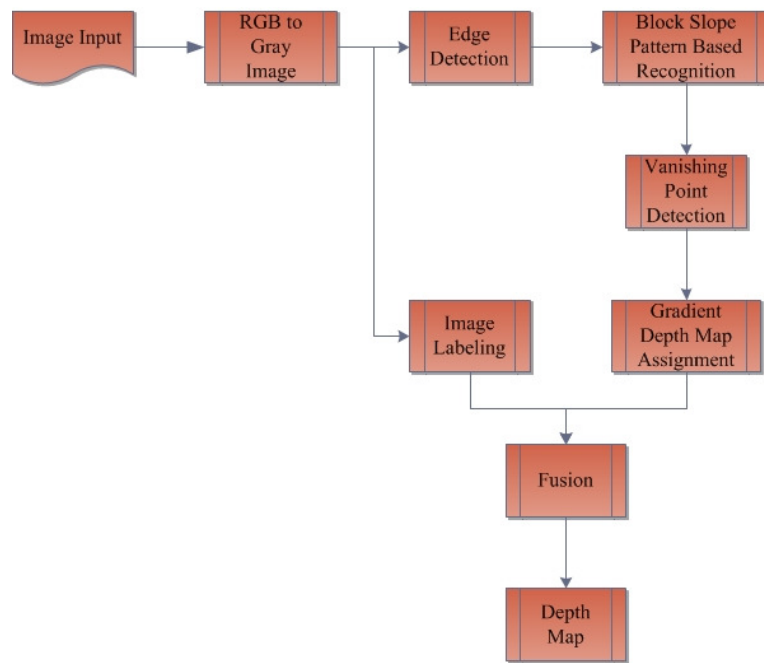


圖 27 採用區塊斜率樣本之消失點偵測技術系統架構圖

斜率樣本（Block Slope Pattern Based）的方法來進行線段的斜率偵測，採用一個 4×4 的區塊（Block）來對邊緣影像進行區塊的斜率辨識（Recognition），在進行辨識之前，先將預先定義 4×4 區塊的斜率樣本（Slope Pattern）的內容，而為了避免影像線段過多致使線段斜率過多，因此此系統採用八種斜率來進行線段斜率比對，斜率樣本如圖 28 所示，斜率樣本用來辨識影像中線段斜率，辨識出影像中的線段斜率主要是為了後續進行消失點偵測時使用。

而在線段斜率辨識完成之後，下一階段將開始進行消失點偵測（Vanishing Point Detection）的工作，主要利用物件邊緣線段的延伸將交會於消失點的特性，

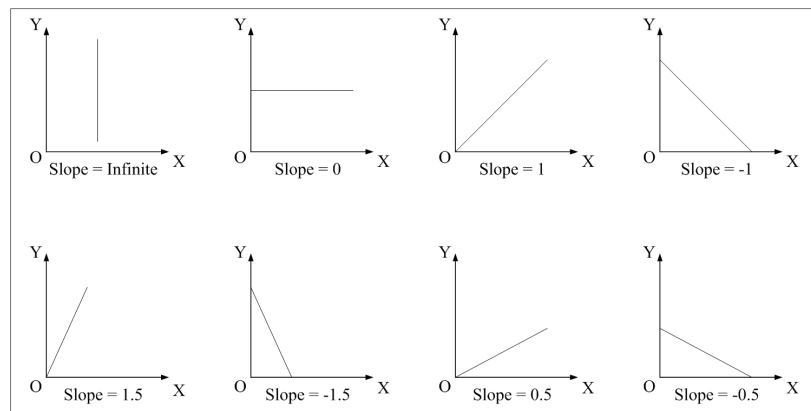


圖 28 斜率樣本示意圖

開始進行物件邊緣線段的延伸工作，但線段的延伸不可以失去其原有的方向特性，這是我們在上一步驟當中辨識線段斜率的目的，線段延伸後便可進行消失點位置偵測，消失點位置可能在影像中的主要三個方向，在消失點偵測的演算法當中，此系統採用通過消失點之線段數量作為該消失點位置的權重值，權重值大小用來決定哪一個位置的消失點為影像中的主要消失點，在找出主要消失點之後，利用消失點與線段分布情況，產生出一張相對應於原始影像的梯度深度圖（Gradient Depth Map），梯度深度圖並非影像的深度圖，而是影像深度分布的趨勢。在產生深度圖之前，我們必須先將原始影像進行標籤化，標籤化的目的是希望原始影像中近似的區塊，被群組為一個區塊，此區塊內的物件在原始影像中可能是同一物件，之後根據標籤化的影像與梯度深度圖融合（Depth Map Fusion），最後產生出影像深度資訊圖（Depth Map），如圖 29（b）所示，圖中黑色區域表示離觀賞者最遠，反之白色區塊則表示距離觀賞者最近。



(a)原始輸入影像

(b)經由 BSPB VanishingPoint Detection
演算法之深度資訊圖

圖 29 實驗結果圖

由於並不是每一張圖片皆具有消失點的特性，因此假若我們在此步驟無法找到消失點，我們便判斷此張圖片為非消失點之圖片，我們便進入本實習提出之系統架構進行運算，以順利產生深度資訊圖。

我們詳細介紹本實習所提出之系統架構，我們介紹了重疊線的定義，以及如何將之實現在深度資訊圖的應用上，我們先使用中值濾波器，運用其模糊化特點將相似顏色區塊先做融合動作，之後我們使用簡易的邊緣偵測方式取出邊緣資訊後，再使用膨脹與侵蝕來將一些斷開的地方接上，而為了使輪廓更明顯，我們進行多次膨脹以及中值濾波動作，之後再進行重疊線搜尋法將重疊線之位置找出來，當重疊線順利搜尋出來之後，我們填入深度資訊值以完成深度資訊圖的產生動作，而假若輸入圖片不屬於我們所針對的山景圖片，我們在一開始便進入 BSPB Vanishing Point Detection 演算法，透過該演算法提出之區塊斜率樣本概念，迅速地找出圖片當中消失點位置，之後便填入相對應之深度資訊值以完成深度資訊圖

的產生動作。

模擬方法

我們的使用軟體為Microsoft Visual C++ 2008，並用其來進行演算法的模擬實驗，而我們的模擬流程主要分為兩個部分模擬，第一部份（Simulation 1）主要針對擁有消失點的圖片進行模擬，區分為四個步驟，分別為彩圖轉灰階圖（RGB to Gray）、邊緣偵測（Edge Detection）、消失點偵測（Vanishing Point Search）以及填入深度資訊值（Fill Depth Value），而第二部份（Simulation 2）主要針對非消失點的圖片，區分為四個步驟，分別為影像平滑化（Image Smoothing）、邊緣偵測（Edge Detection）、重疊線搜尋（Overlapping Line Search）以及填入深度資訊值（Fill Depth Value），而各階段將會產生對應的圖片結果，透過圖片可以更加瞭解我們提出的方法與效果。

實驗結果

我們在實驗過程裡，關於 Simulation 1 部份我們每張圖片會列出輸入圖片以及實驗結果圖，而在 Simulation 2 的部份我們每張圖片會產生四種實驗結果圖，實驗結果圖依序如下所示。

以下依序為 Simulation 1 實驗結果。

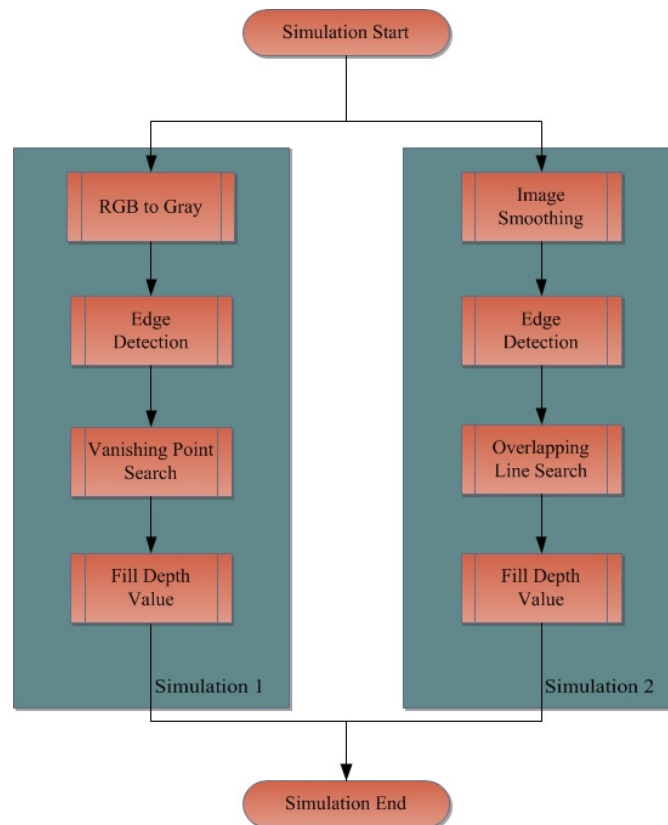
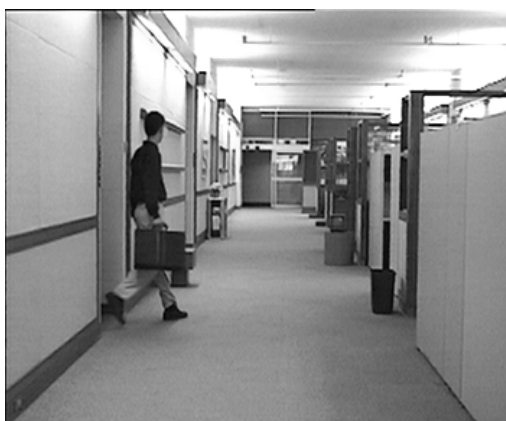


圖 30 實驗模擬流程圖



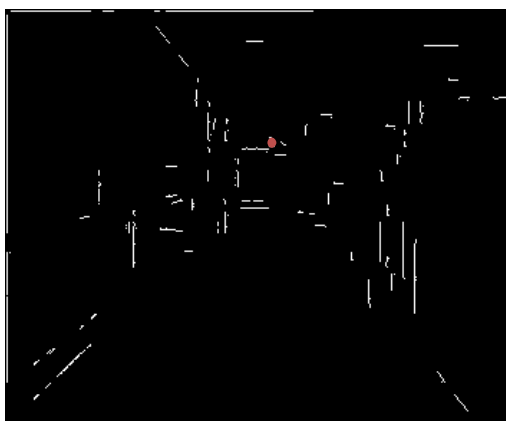
(a)



(b)



(c)

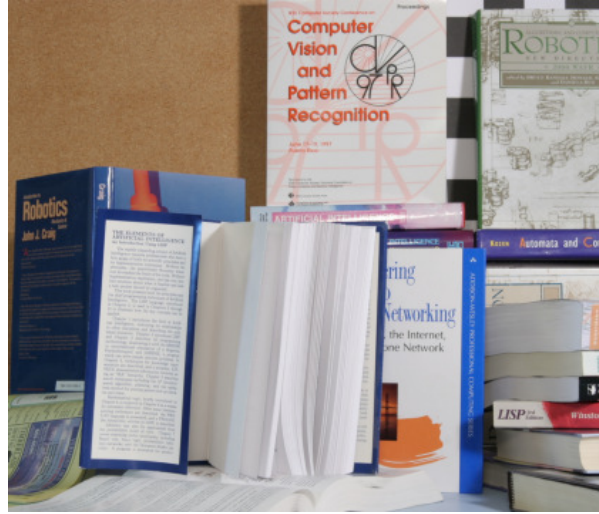


(d)

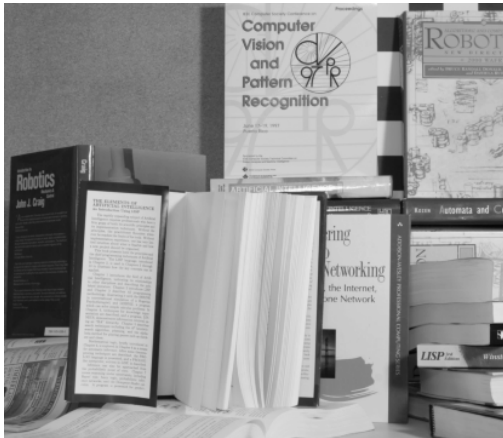


(e)

圖 31 辦公室走道圖 1 模擬結果，(a)原始影像，(b)影像灰階化結果，(c)邊緣偵測結果，(d)消失點搜尋結果(圖中紅點部分)，(e)深度資訊圖。



(a)



(b)



(c)



(d)



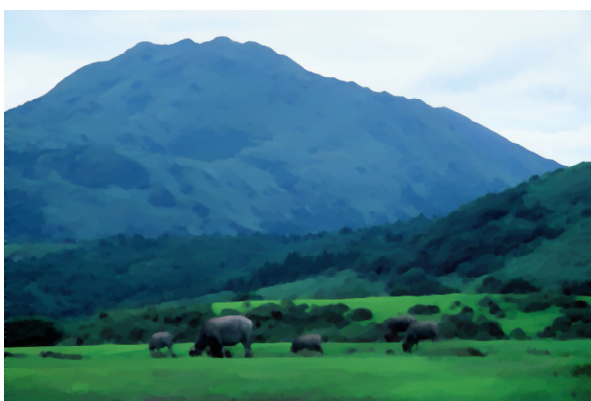
(e)

圖 32 書本影像模擬結果，(a)原始影像，(b)影像灰階化結果，(c)邊緣偵測結果，
(d)消失點搜尋結果(圖中紅點部分)，(e)深度資訊圖。

以下依序為 Simulation 2 實驗結果。



(a)



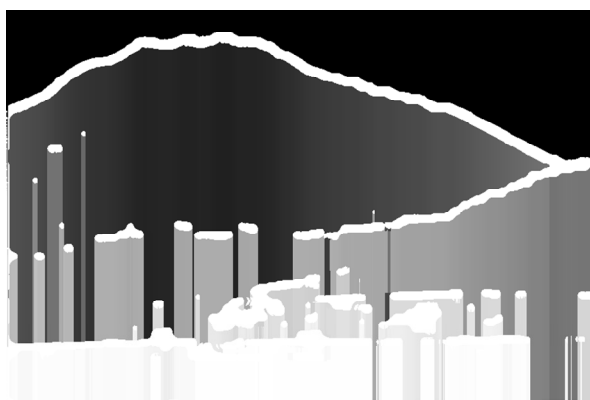
(b)



(c)

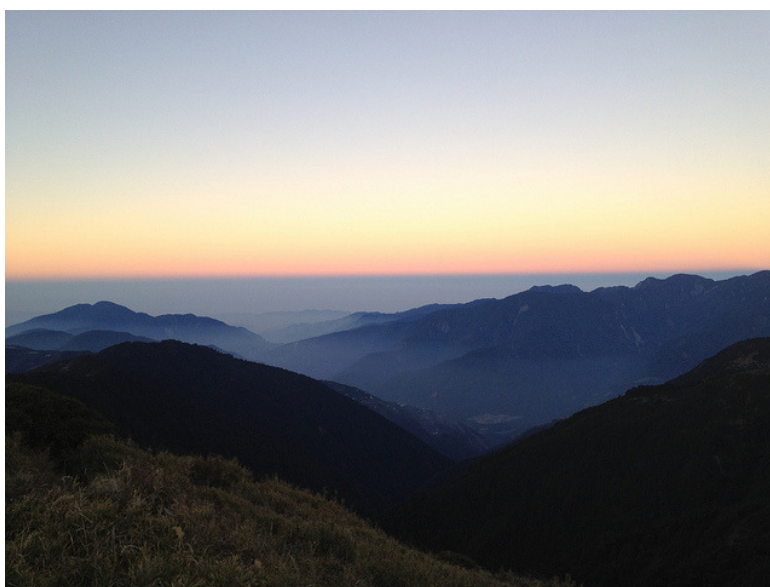


(d)

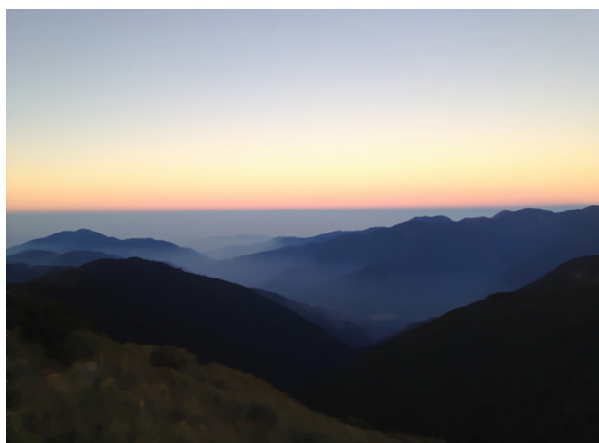


(e)

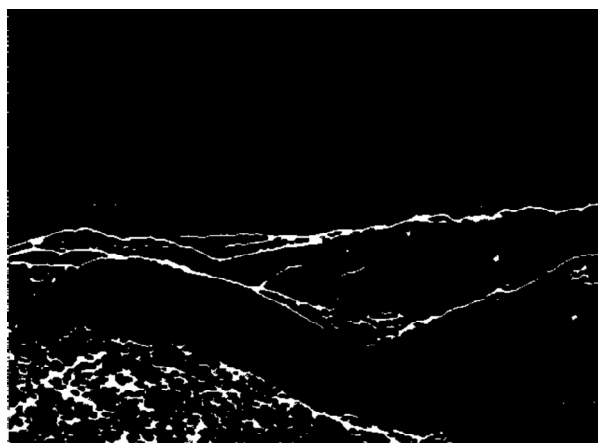
圖 33 山景圖 1 模擬結果，(a)原始影像，(b)影像平滑化結果，(c)邊緣偵測結果，
(d)重疊線搜尋結果(圖中紅線部分)，(e)深度資訊圖。



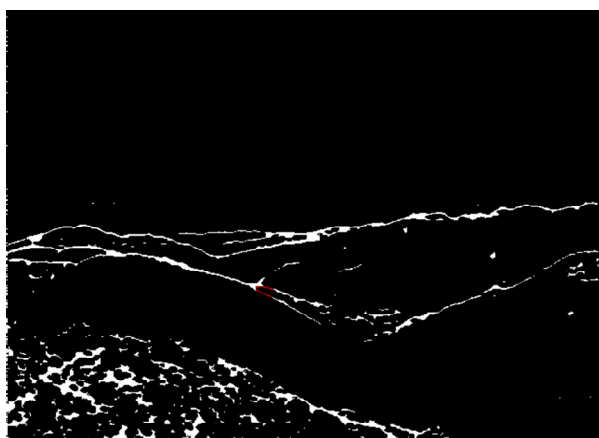
(a)



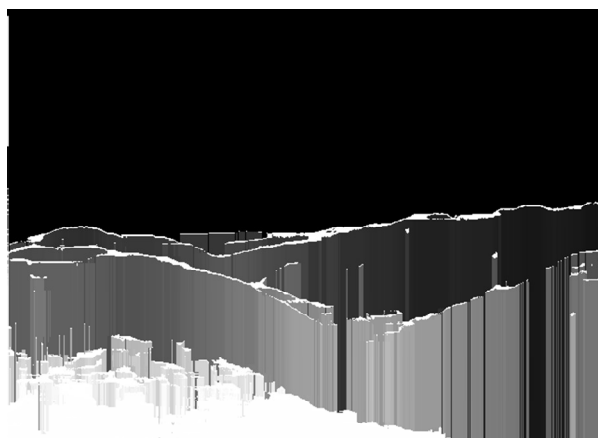
(b)



(c)



(d)

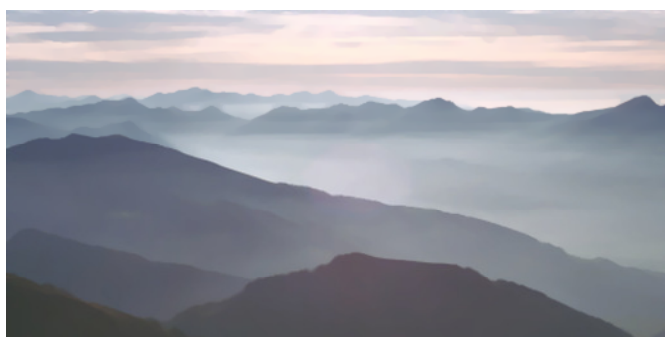


(e)

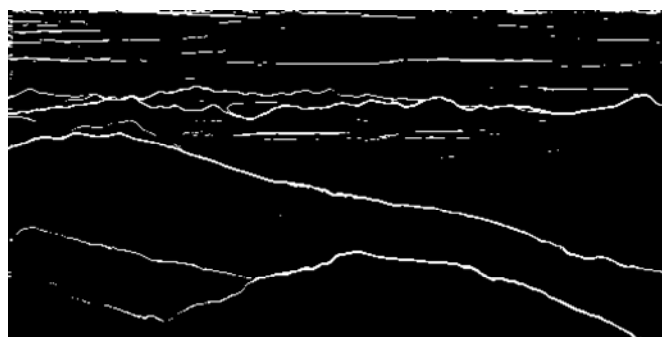
圖 34 山景圖 2 模擬結果，(a)原始影像，(b)影像平滑化結果，(c)邊緣偵測結果，
(d)重疊線搜尋結果(圖中紅線部分)，(e)深度資訊圖。



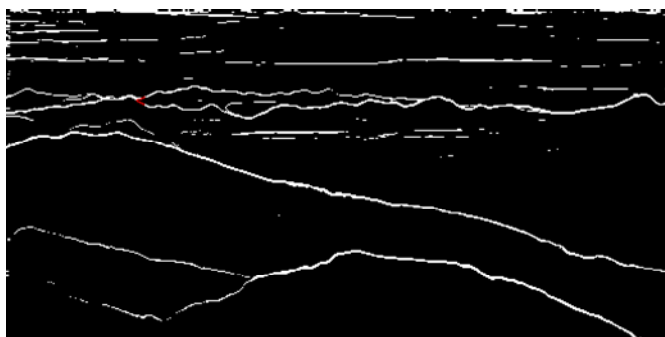
(a)



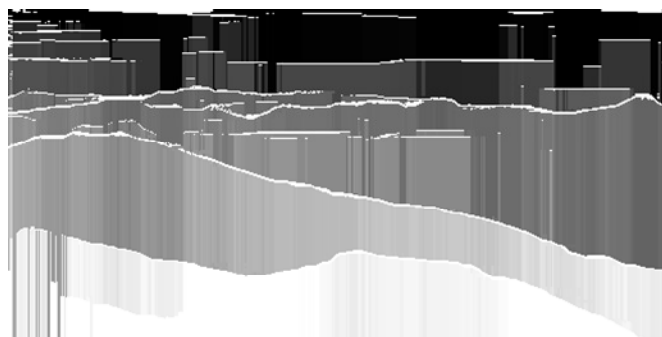
(b)



(c)



(d)



(e)

圖 35 山景圖 3 模擬結果，(a)原始影像，(b)影像平滑化結果，(c)邊緣偵測結果，
(d)重疊線搜尋結果(圖中紅線部分)，(e)深度資訊圖。

實驗結果比較

我們針對 Simulation 1 以及 Simulation 2 兩個部份做模擬，在 Simulation 1 我們從結果圖可以發現，在針對擁有消失點的圖片上，文獻所提出之採用區塊斜率樣本之消失點偵測技術的二維至三維影像轉換系統可以準確地將消失點偵測出來，並針對其消失點位置填入對應之深度資訊值以產生最後之深度資訊圖，在 Simulation 2 輸出圖片可以發現，在沒有消失點的圖片上，使用我們的演算法可以針對擁有重疊線的圖片做運算，並且針對其重疊線位置做深度資訊值的填補以產生最後的深度資訊圖。

深度效果比較

為觀察本實習所提出之二維至三維轉換系統的實驗成果，因此我們使用由 i-ART 公司所推出的裸眼式三維立體顯示器，不過為了在立體螢幕上面順利觀賞，我們需要將我們所產生出來的深度資訊圖搭配對應的原始圖片，一起輸入至一套立體螢幕的專用軟體（Auto 3D Depth），此軟體可以將輸入圖片透過其內部演算法產生出多視角的立體影像，而我們便能用此影像在立體顯示器上觀賞。

為了驗證我們的實驗結果是準確的，因此我們必須將我們的實驗結果與其他演算法做比較，而我們將以擁有 Ground Truth 影像，即標準深度影像的圖片來做為實驗輸入圖片，我們的客觀比較方式主要區分為兩種：峰值訊號雜訊比（Peak Signal to Noise Ratio，PSNR）與結構相似性（Structural Similarity，SSIM）。

峰值訊號雜訊比計算出來的數據越大表示與 Ground Truth 標準影像越相似，而一開始我們先求出均方根誤差值（Mean Square Error，MSE），其中 $f(i, j)$ 表示標準影像像素值， $f'(i, j)$ 則表示測試影像的像素值，而 $M \times N$ 表示影像大小。

至於 PSNR 單位為分貝（dB），其中 f_{peak} 表示深度資訊圖中的最大值，由於我們採用的灰階圖為八位元，因此其最大值為 255。

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f(i, j) - f'(i, j))^2}{M \times N}$$

$$\text{PSNR(dB)} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{f_{\text{peak}}^2}{\text{MSE}} \right)$$

$$\text{PSNR(dB)} = 10 \times \log_{10} \left(\frac{255^2}{\frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (f(i, j) - f'(i, j))^2}{M \times N}} \right)$$

而結構相似性是一種衡量兩張影像相似程度的指標，數值越接近 1 表示與目標影像 Ground Truth 越相似，此方法相對於前述之峰值訊號雜訊比方法更能符合人眼對影像品質的判斷，其公式中 u_x 與 u_y 為圖片的平均像素值， σ_x^2 與 σ_y^2 為影像

的標準平方差， σ_{xy} 為兩張圖片的協方差，而 C1 與 C2 則是常數項， $C1=(K_1L)^2$ 、 $C2=(K_2L)^2$ 其中 $K_1=0.01$ 、 $K_2=0.03$ 、 $L=255$ 。

$$SSIM(x,y) = \frac{(2u_x u_y + C1)(2\sigma_{xy} + C2)}{(u_x^2 + u_y^2 + C1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + C2)}$$

$$u_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, u_y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$$

$$\sigma_x^2 = \left(\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - u_x)^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \sigma_y^2 = \left(\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - u_y)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_{xy} = \left(\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - u_x)(y_i - u_y) \right)^{\frac{1}{2}}$$

而我們將 Chen 所提出的二維至三維影像轉換系統與我們的演算法做比較，發現我們在實習過程中所提出的設計方法，優於傳統的設計方法，也因此證明了我們實習的成效，同時印證了嚴謹的工業精神，確實有助於科學技術的發展。

表 1 深度資訊圖之 PSNR 值比較表

方法 \ 影像	測試圖-保齡球 PSNR	測試圖-書本 PSNR	測試圖-小孩 PSNR
Chen	6.08	10.61	10.88
Proposed	12.02	11.59	8.09

表 2 深度資訊圖之 SSIM 值比較表

方法 \ 影像	測試圖-保齡球 SSIM	測試圖-書本 SSIM	測試圖-小孩 SSIM
Chen	0.218495	0.825559	0.884179
Proposed	0.754233	0.829781	0.805388

八. 三維立體視訊系統趨勢探討

在德國實習期間，我們正好遇到歐洲最大的消費性電子展 IFA 的展期，電子展中有許多與我們實習的主題「三維立體視訊技術」有關，其中一個主軸以三維立體視訊系統為主，同時探討三維立體視訊的未來趨勢。



圖 36 左圖為 IFA 展覽入口合照圖，右圖為試用 SONY 最新頭戴式顯示器

IFA 是柏林國際電子消費品展覽會的縮寫 (Internationale Funkausstellung Berlin)，它是德國最大的工業博覽會，每年總會吸引全世界上千家廠商參展，參展廠商商品主要有一般家電產品、消費型電子產品、手機、行車紀錄器、各式相機等琳瑯滿目的商品，簡單來講只要跟“電”相關之新產品這裡一定找的到，而裡面場地之大更讓我覺得相當不可思議，一天實在不可能逛的完，而其中有幾項產品讓我印象深刻，首先便是 3D 立體螢幕，只要有做電腦螢幕的廠商，皆有推出 3D 立體螢幕，舉凡我們熟知的 SONY、友達、奇美甚至到一些不知名的大陸廠商都有展示立體螢幕，讓我深深見識到 3D 熱潮遠超乎我原先想像，另外還有一個產品讓我相當難忘，便是 SHARP 推出的高解析度電視，如圖 37 左圖所示，其解析度為 7680x4320，這是目前世界上解析度最高的螢幕，近看完全不像一般螢幕近看可以看到方格狀，我直到現在還是感到相當不可思議，也難怪該產品在現場一直引起眾多民眾圍觀。

另外讓我感到很驚訝也很驕傲的是此展還有特別規劃一區註名台灣館的地方，裡面盡是台灣廠商分別展示著最新的產品，由於這是世界數一數二之電子展，可以專門為台灣規劃出一區展覽館可見台灣電子產品在世界也是相當知名的。



圖 37 左圖為前文提到之世界最高解析度電視，右圖為螢幕結合 3D 攝影機功能之新型 3D 立體螢幕

九. 涵養德國工藝精神-參訪 Ruhr 工業區

我們為了涵養德國工藝精神，老師安排了一天做工業的參訪，我們到德國工業發展時期的重鎮--Ruhr 工業區，學習德國工藝精神。此地主要是位於科隆東北邊的埃森(Essen)，而一般外國人也許不知埃森這個城市，其實此地為德國的第六大城市，在過去甚至是德國第一大工業城，而比較有意思的即是 Essen 此城市名稱的由來，由於 Essen 在德語為食物的意思，其實並非如此，此乃是由德語的 die Esse(煙囪)複數 Essen 演變而成，由於以前當地工業相當盛行，因此有相當多的工廠，自然而來也有相當多的煙囪，因此久而久之便成為此地之名稱，而我們所要前往之魯爾工業區即位於埃森城市北邊，因此我們搭乘火車到達埃森，之後便搭有軌電車前往 Zollverein 站，也就是我們的目的地-魯爾工業區。

在台灣唸書時，老實說對德國是很陌生的，只曾透過歷史課本知道德國是工業大國，經濟基礎相當深厚，由於此行有其中一個目標便是希望可以了解何謂「德國精神」，而說到「德國精神」，我想就不得不提到魯爾工業區，此地區可以說是整個德國發動兩次世界大戰的基礎，甚至在戰後德國可以迅速恢復經濟，魯爾工業區在其中扮演的腳色是非常重要的，而當初此地為何會有工業區的產生，我們在參訪工業區之後發現主要原因有四點，第一為其優越的地理位置，由於此地剛好距離周遭鄰國如法國、荷蘭、比利時、盧森堡、丹麥、瑞典的工業區很近，甚至又鄰近德國本身經濟重心之一的漢諾威(Hannover)、科隆工業區，對於工業區之間以及與歐盟成員國間之貿易往來可以說是相當的便利，第二點為其煤炭資源相當豐富，這在工業起飛時代乃至現在可以說都是相當重要的，據統計魯爾工業區煤炭儲蓄量高達 2195 億噸，幾乎占了德國總儲量的 3/4，其中更難得的是當中經濟可採量約為 220 億噸，占全國九成，可以說全國最大產區即是此地，第三點

即是水陸交通便利，萊茵河縱貫了工業區的南北地區，區內還有溝通萊茵河、魯爾河、利珀河和埃姆斯河的 4 條運河網，總長達 425 公里，有大小河港共 74 個，河道與港口均已標準化，可通行 1350 噸的歐洲標準貨輪，同時，魯爾區東部可利用多特蒙德—埃姆斯運河，經埃姆登港與海外聯繫，所以，雖然魯爾區地處內陸，但由於它有著方便的水運條件，特別是萊茵河通海航運，使得它與沿海地區同樣具有廉價運費條件，鐵路運輸則與河運同樣發達，區內鐵路密度非常大，營運里程達 9850 公里，佔全國近 1/5，多東西走向，從巴黎通往北歐和東歐的鐵路，由本區穿過，哈根是德國最大的貨運編組站，公路和高速公路四通八達，是工業區及其它工業區聯繫的紐帶，從德國西部通往柏林和荷蘭的高速公路均從區內通



圖 38 魯爾博物館入口場景



圖 39

圖 40

圖 41

圖 39 為 1972 年的魯爾工業區，圖 40 為 1986 年的魯爾工業區，圖 41 為 1999 年的魯爾工業區



圖 42 左上圖為魯爾區縮小模型，左下圖為具有設計感之階梯，右圖為原先洗煤礦之階梯改建成博物館入口。

過，工業區公路汽車行駛的密度為全國平均密度的一倍，達每公里 55 輛，最後一點即是此地既是生產中心亦是消費中心，以此工業區為中心，方圓 100 公里內是德國最大的消費核心，工業區生產的煤炭、鋼鐵多在此範圍內加工、消費。

圖 38 所示即為魯爾博物館入口處，而此博物館即以前真正的工廠改建而成，會改建為博物館主要是由於時代的變遷，發展百年的採礦工業漸漸沒落，因此留下很多停業的工廠，而德國政府為了解決環境汙染以及遺留下來的工廠問題，德國政府便請 IBA(國際建築展)這組織來主導此地之重建計畫，而他們也不負所託將此工業區重新塑造成新的人文中心。圖 39 至圖 41 為館中展示之魯爾工業區轉變，分別為 1972 年、1986 年以及 1999 年，可以看出周遭建築不斷增加。

而最讓我驚訝的是博物館雖是完全從工廠改建而成，從原先冰冷冷的鋼鐵建築，透過整理設計竟能產生一種相當具有現代化的藝術感，而整棟博物館有許多主題，有敘說著該工業區演變之照片展覽，也有歷史戰爭遺留下來的文物，甚至連石器時代的文物也有，此館是我在德國看過最豐富、最值得的博物館。

參觀博物館也讓我深深體會到，此地不愧是被列為世界文化遺產之地，擁有相當豐富的歷史，甚至連德國人有以此地為榮，在我參觀博物館過程，一位德國老先生主動過來跟我講話，談話過程他便詢問為何會來當地，而我說因為想要了解德國文化以及德國以往的工業之母有何過人之處，老先生便帶我去一張照片面

前並說這就是我們德國精神，如圖 43 所示可以發現單單一個野餐，德國人一定要將地鋪平，才會開始野餐，簡單一張圖片真的表現出德國人的嚴謹做事態度。



圖 43 德國人的嚴謹做事態度

十. 參加三維立體視訊系統的相關會議

除了實習之外，為了驗證實習之所學，在實習結束之前，老師幫我們安排參加了一個三維立體視訊系統的相關會議(*IEEE International Conference on Consumer Electronics - Berlin*)，與許多三維立體視訊技術的專家，做實務的討論與意見交流。由於研討會主要舉辦在前述之 IFA 會場隔壁，因此研討會途中主辦單位也有安排帶領我們前往 IFA 展覽會場幾個重要攤位參觀，而會參加此研討會主要也是希望可以聽取世界各地學者所提出的最新的研究主題，期望可以為我們研究帶來新的思考方向，而研討會整整有三天之多，每個時段皆有不同人上台解說其投稿之實習，其中有許多跟我們相關之研究主題，我們也把握機會在當場詢

問演講者，讓我們學習到許多新的研究方法，聽完一場演講幾乎等同看完一篇 Paper，真的收穫相當多，未來若有機會希望還可以參加類似研討會增廣見聞。



圖 44 上圖主要為演講情形以及我們當下與演講者互動之圖，下圖為我們跟其中一位 chair 會後合照

十一. 德國文化與生活

在德國實習期間，我們同時進一步認識德國的文化與生活，德國有著悠久的歷史文化與先進的科技，例如科隆這座城市本身就有兩千多年之歷史，而首都柏林為德國是德國第一大城市，人口在歐洲僅次於巴黎以及莫斯科，無論是從文化、

政治、傳媒還是科學上講都稱的上是世界級城市，柏林經濟主要基於服務業，包括各種各樣的創造性產業，同時也是很多國際型會議舉辦地點。柏林扮演了一個歐洲大陸上航空與鐵路運輸交通樞紐的角色，同時它也是歐盟內遊客數量最多的城市之一。

我們可以從柏林看到整個德國的縮影，柏林身為德國首都，擁有相當發達之大眾運輸系統，地鐵(類似台北捷運)共有 9 條支線，170 多個車站，城市鐵路(類似台鐵)則有 15 條支線，166 個車站，而路上有軌電車更是有多達 398 個車站之多，因此不管要去哪基本上都可以搭乘大眾運輸系統到達。另外由於遠從普魯士王國開始直到現在，柏林皆為歷代各國之首都，因此留下許多歷史文化，也因此柏林有相當多博物館，其中甚至包含德國人為了對屠殺猶太人事件作永久反省而建造之猶太博物館，種種細節可以感覺的到德國人以自身國家為榮的同時，也對過去犯下的過錯勇敢承認並反省改進，這一點我覺得是相當難能可貴的。

十二. 總結

這一次我和品綱同學能夠來到德國這個科技強盛的國家進行學海築夢計畫實習，收穫十分豐富。

在德國實習期間，讓我對於三維立體視訊系統有不同的見解與看法，同時讓我有更多新穎的研究想法，同時，對於課業以及研究工作也有著十分大的幫助。

回國之後，我將實習過程之中，相關的成果 **A 2D-to-3D Image Conversion System Using Block Slope Pattern Based Vanishing Point Detection Technology**，寫成國際研討會論文，並且投稿至 **2012 IEEE International Symposium on Computer, Consumer and Control, IEEE IS3C 2012**，論文被大會所肯定，我將於 **June 4-6, 2012 至 IEEE IS3C 會議發表**，由此可以看出，這一次的海外實習對我而言，確實收穫很大。

在此的同時，很感謝我的指導教授范育成老師同意讓我跟品綱同學前往德國實習一個月，這短短的一個月讓我學習到許多東西，包括專業知識的增進、外語能力的進步以及獨立思考的能力，相信在未来我一生當中都是受用無窮的，另外也感受到德國的強盛並不單單只是依靠著少數菁英得來的，德國向來以注重教育聞名，但我發現不光是教育體系相當完善，父母親教育小孩的方式讓我覺得才是關鍵之處，由於我們在德國造訪許多地方，除了前述所提到之外，我們利用假日造訪一些與人文領域的博物館，參觀下來我發現只要大人有帶小朋友來，即使小朋友看起來只是國小甚至幼稚園，大人也都會認真聽小朋友提出一些在大人們看來理所當然之問題並耐心解釋，也會跟小朋友一起認真觀察博物館展示的所有東

西，當然這在台灣也能看到只是比例沒有德國高，我想也就是因為從小就讓他們保持對事物的好奇心，長大後對於求知的慾望才能繼續保持。最後，相當感謝明斯特大學的蔣教授及其學生，在我們實習期間熱情的招待，並且詳細的教導我們相關的實習研究主題，另外也相當感謝教育部通過此實習計畫讓我們在這個暑假前往德國體驗不同於台灣之文化、拓展人生視野。