

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 機械科

090903

高雄市立高雄高級工業職業學校

指導老師姓名

陳永昌

楊玉清

作者姓名

邱于瑞

林劍塵

楊進男

林頌勳

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別：機械科

組別：高職組

作品名稱：科技化的浮雕創作

關鍵詞：影像擷取、電腦輔助製造、電腦數值控制銑床

編號：

作品說明書目錄

壹、 摘要.....	1
貳、 研究動機.....	1
參、 研究目的.....	2
肆、 研究設備器材.....	2
伍、 研究技術.....	5
一、 影像處理技術.....	5
二、 擷取像素色階轉換浮雕高度技術.....	7
三、 電腦輔助製造 (MasterCAM) 技術	8
四、 電腦數值控制 CNC 銑床加工	9
陸、 研究方法與過程.....	10
一、 研究方法.....	10
二、 研究過程.....	10
柒、 研究結果.....	12
一、 擷取灰階圖.....	12
二、 用 MasterCam 模擬.....	12
三、 模擬完畢後執行後處理，轉為 NC 加工程式檔.....	20
四、 使用 CNC 銑床進行加工.....	20
捌、 討論.....	21
玖、 結論.....	23
壹拾、 參考資料.....	24

壹、摘要

影像處理 (image processing) 已成為當今熱門的話題，過去由於設備價格昂貴、處理費時冗長而無法普遍推行，經過科學家的努力研究、不斷地改善，現今已進入了成熟的階段。近年來，隨著微電腦的功能日益增強，價格日漸低廉，使得影像處理已成為各行各業應用工具之一。

我們以全新的概念，運用顏色區域來定義浮雕的位置形狀，以寫出影像擷取程式，讓平面照片或圖片做成立體浮雕不再是夢想。先將圖片轉出高度資料庫檔案，再用電腦輔助製造系統將刀具路徑轉換為 NC 程式，而將 NC 程式輸入電腦數值控制銑床後，就可進行製作。

而我們使用影像擷取程式配上 CAD/CAM，不僅顛覆了一般人對於浮雕總是使用人力加工的刻版印象外，也為浮雕的製作帶來了嶄新的方法。

貳、研究動機

- 1、升上機械科三年級，學校安排了 CAD/CAM 及 CNC 課程，學會了將電腦輔助設計的零件，經由電腦輔助製造的設定，將圖形輪廓轉成刀具路徑程式，藉由 CNC 數值控制機械加工成實體零件。
- 2、有一天于瑞去美術館參觀畫展，看到每一幅作品都很逼真，栩栩如生。但仔細觀賞內容卻都是平面畫，少了那麼一點立體感，若人物景像能表現出立體，就能更接近實物。
- 3、下學期 CNC 數值實習，老師指導我們做手機模型，因此想到把影像轉換成立體模型，就可以將圖片立體化了。
- 4、近年來，由於半導體科技突飛猛進，電腦的功能越來越強，價格也越來越令大眾接受，再加上影像處理技術的進步，使我們想到可利用此科技技術，再配上 CAD/CAM 輔助製造，使原先是平面的影像圖片可變成有深淺高度的浮雕。

參、研究目的

- 1、研究創新影像處理技術，以發展出有關影像處理的副產品。
- 2、能夠利用影像處理技術設計影像擷取程式，將平面的影像圖片變成立體的模型。
- 3、結合影像擷取程式、CAD/CAM 輔助製造及 CNC 加工技術，製作出美觀逼真的浮雕。
- 4、找出會影響浮雕創作的變數。
- 5、了解 CNC 銑床的刀具雕刻時，對於完工後成品有多大的影響。

肆、研究設備器材

- 1、教學型 CNC 銑床 3 台。
- 2、2 球刀 3 把。
- 3、8 端銑刀 3 把。
- 4、面銑刀 3 把。
- 5、壓克力及鋁塊若干塊。
- 6、電腦 3 台。
- 7、Visual Basic 6.0 軟體。
- 8、影像編輯軟體：Photo Impact 7。
- 9、電腦輔助製造軟體：Master CAM 8.0。
- 10、文書編輯軟體：Microsoft Word 2000。



圖一 工件材料



圖二 球刀、端銑刀、面銑刀加工刀具



圖三 電腦與軟體



圖四 CNC 銑床

伍、研究技術

一、影像處理技術

1、影像處理定義

就一般來說，改變影像的明暗、對比、色彩 等，甚至為影像加上一些特殊效果，都可以稱為影像處理。簡單的說，只要和原來的圖片有不同，不論差別多少，就可以稱得上是「影像處理」了。

2、影像構成要素、種類

黑白:只有黑與白兩種顏色，如剪影圖等。

灰階:在黑與白之間，以 8 位元組合方式，細分出深淺不同的灰色。

256 色:較低階的彩色，適合卡通圖案、網頁圖示動畫。

全彩:由紅 (R)、綠 (G)、藍 (B) 三原色，每一色以 8 位元色階組成，色彩表現最佳，共有 16,777,216 種顏色，適合人物、風景等照片的儲存。

3、影像格式

影像格式	特 色	用 途
*.BMP *.PCX *.TIF	微軟制訂之格式、一般點陣圖、適用排版印刷	一般所用的圖檔
*.GIF *.JPG *.PNG	可存成透明、交錯圖，動畫(256 色) 全彩、灰階，高壓縮率 結合前兩者的優點	網頁適用圖檔
*.UFO	可儲存未合併之物件、路徑、選取區	Ulead 專用格式

4、影像性質

在選擇影像中，不是只有考慮到影像格式和解析度，連影像的對比、明暗、亮度等，都是要列入的因素之一。

5、解析度調整

所謂解析度，指的是單位長度上像素的數目，單位可分「像素 / 英吋」或是「像素 / 公分」(pixels/inch ; pixels/cm)。解析度的設定是決定列印品質的重要因素，高解

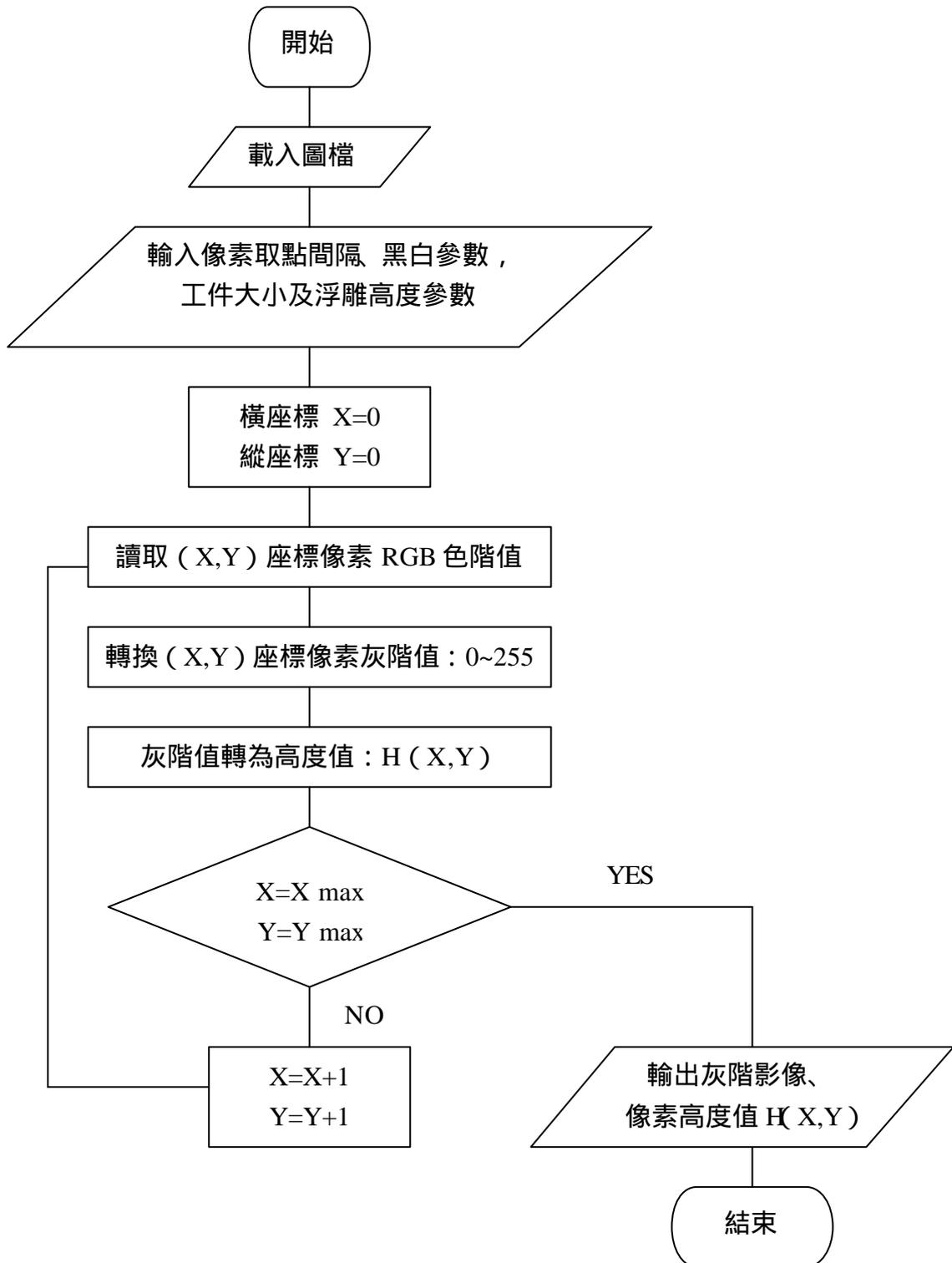
析度的影像運用較多的像素，所以可呈現出比低解析度影像更細膩的色調變化，相對的檔案體積也更大。

6、彩色影像轉換灰階影像

將彩色影像轉換成 8 bit 灰階或 16 bit 灰階，去除所有的色彩資訊。

二、擷取像素色階轉換浮雕高度技術

1、以 Visual Basic 撰寫擷取程式，程式流程圖如下：



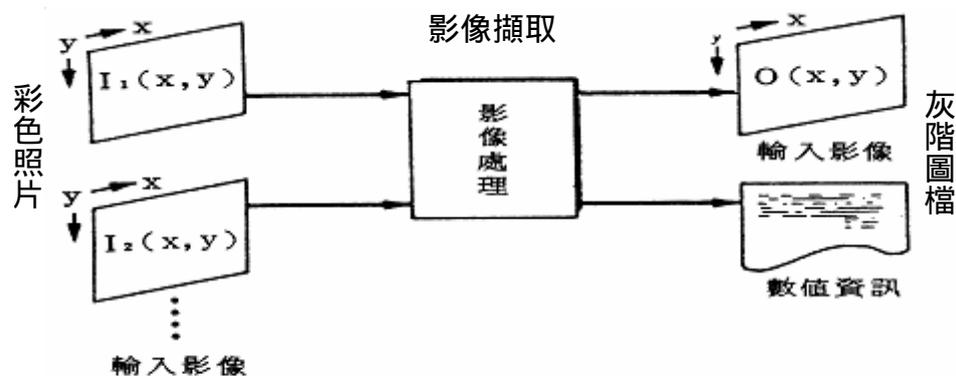
圖五 影像擷取程式流程圖

2、載入圖檔，進行影像大小編輯。

在進行影像擷取前，先將影像解析度，依原圖形比例以 PhotoImpact 軟體調整至適當大小。調整解析度越高可使刀具移動越小，讓浮雕呈現越細緻逼真，但相對處理點數越多，會增加電腦負荷。

3、擷取影像色階，建立像素高度資料庫： $H(X,Y)$ 。

浮雕是將影像色階轉換高低立體的圖案，因此先將彩色影像轉換為黑與白的灰階影像，再經由擷取程式，取得每一像素的灰階值，再轉換成高低不同的高度值，並建立像素高度資料庫檔案。



圖六 影像擷取架構

4、輸出電腦輔助製造 MasterCAM 軟體能讀取的檔案格式。

當灰階值成功的轉為高度值後，由影像擷取程式輸出一個 image_data.txt 資料庫的文字檔案，可供 MasterCAM 讀取。

三、電腦輔助製造 (MasterCAM) 技術

1、讀取資料庫。

開啟 MasterCAM 程式，選取功能表「檔案」 「檔案轉換」，將 image_data.txt 資料庫檔案，讀入 MasterCAM 系統軟體內。

2、刀具選用與加工參數設定。

MasterCAM 在執行加工程式前，會要求先設定所要加工的刀具和切削的參數，設定完成上述條件後，可在軟體內進行加工模擬。

3、模擬各參數加工結果，選擇最佳浮雕參數。

因為在我們所做的浮雕中參數很多，所以必須要模擬所有的參數，才能找出最佳的加工參數組合。

4、輸出 CNC 加工程式。

模擬成功後執行軟體的後處理程式，將刀具路徑轉換為 NC 程式，這就是 CNC 銑床需要的加工程式。

四、電腦數值控制 CNC 銑床加工

1、材料選用。

材料方面，顧及美觀和實用性，選擇了壓克力和鋁塊。

2、刀具選用，刀長補正、程式原點設定。

跟 MasterCAM 模擬時一樣，選好之前的刀具和設定參數。刀長補正是為了防止切削過深，而程式原點設定是要找出工件原點以便正確的下刀，這兩個動作都是 CNC 銑床加工前必備的動作。

3、將 NC 檔輸入 CNC 銑床。

利用 MasterCAM 的檔案傳輸功能，將 *.NC 檔案由電腦發送和 CNC 銑床控制器接收，以邊傳邊做方式，進行浮雕加工。

4、進行加工，製作完成品。

啟動控制器的 Cycles Start 鈕，開始雕刻工件，適時添加切削液及清理切屑，直到作品完成。

陸、研究方法與過程

一、研究方法

1、設定不同參數

首先，在所有的製作條件中，我們嘗試找出影響浮雕圖案失真因素，以研究出浮雕的最佳製作條件。主要因素分別是：

- (1). 雕刻深度。
- (2). 影像中以深色為底或是以淺色為底。
- (3). 影像的色彩對比。

2、設定參數水準

依據影響因素、設定參數後，再將各參數分為若干水準如下：

- (1). 雕刻深度分為三種 -1mm、-0.5mm、-0.3mm。
- (2). 顏色為底分為兩種 白色的為底、黑色的為底。
- (3). 對比分為兩種 對比中等、對比高。

3、將所有的參數與水準編上代碼如下：

	參數代碼		
雕刻深度	-0.3mm (A1)	-0.5mm (A2)	-1mm (A3)
背景	白色 (B1)		黑色 (B2)
對比	中 (C1)		高 (C2)

二、研究過程

1、尋找 & 編輯圖片

因為我們所找來的圖片中，並不是所有的圖片規格都符合我們所限制的大小，故在挑選圖片時都先經過篩選。圖片種類方面，為求完美和寫實的因素，我們以人物或風景照片為主。圖片尺寸方面，為求減少電腦運算時間的因素，圖片解析度不宜太大，以 1024 × 68 以下為原則。經由 PhotoImpact 調整比例及對比性質，以達到我們研究方法所需的參數水準。

2、分組進行

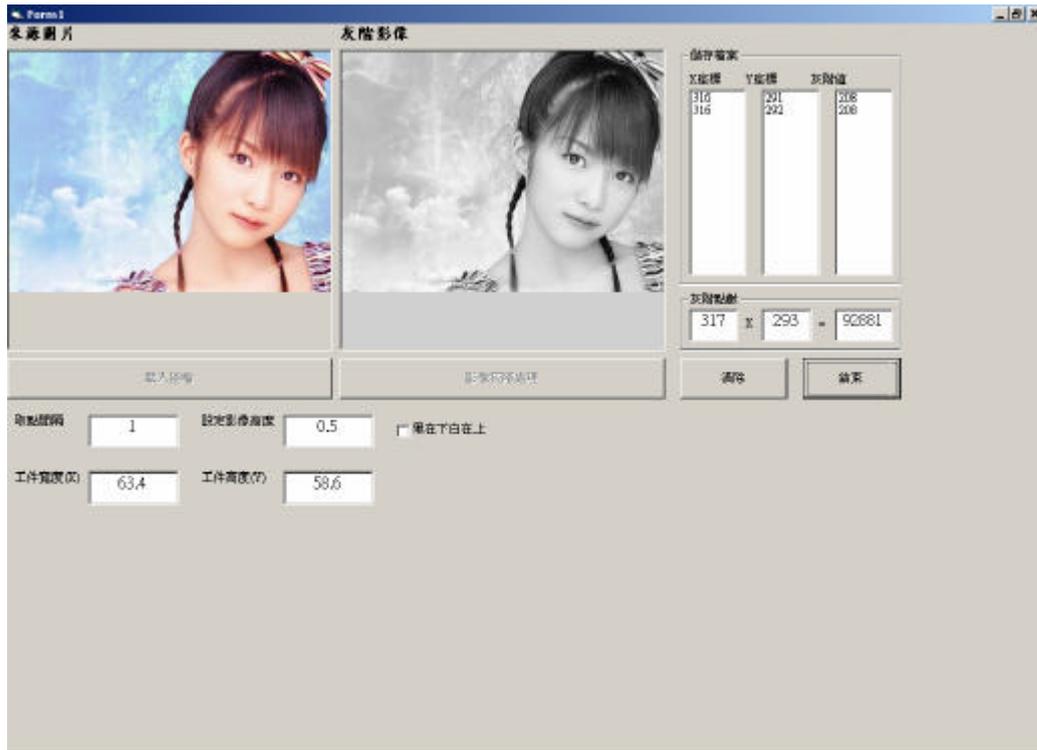
依研究方法中的參數水準組配出 12 次實驗。再將 12 次的實驗分為三組，由三位組員各別負責，每一組負責進行 4 個實驗：

第一組：	第二組：	第三組：
(1)A1,B1,C1	(1)A2,B1,C1	(1)A3,B1,C1
(2)A1,B1,C2	(2)A2,B1,C2	(2)A3,B1,C2
(3)A1,B2,C1	(3)A2,B2,C1	(3)A3,B2,C1
(4)A1,B2,C2	(4)A2,B2,C2	(4)A3,B2,C2

柒、研究結果

一、擷取灰階圖

將所有圖片大小、比例設定好後，我們就進行最重要的步驟是「影像擷取」。在這裡是把決定好的任何照片，透過彩色轉為灰階之影像擷取程式轉成座標函數值。在影像擷取程式裡，輸入欲雕刻的圖片大小及所設定的參數水準，把 12 組條件一一的實驗。



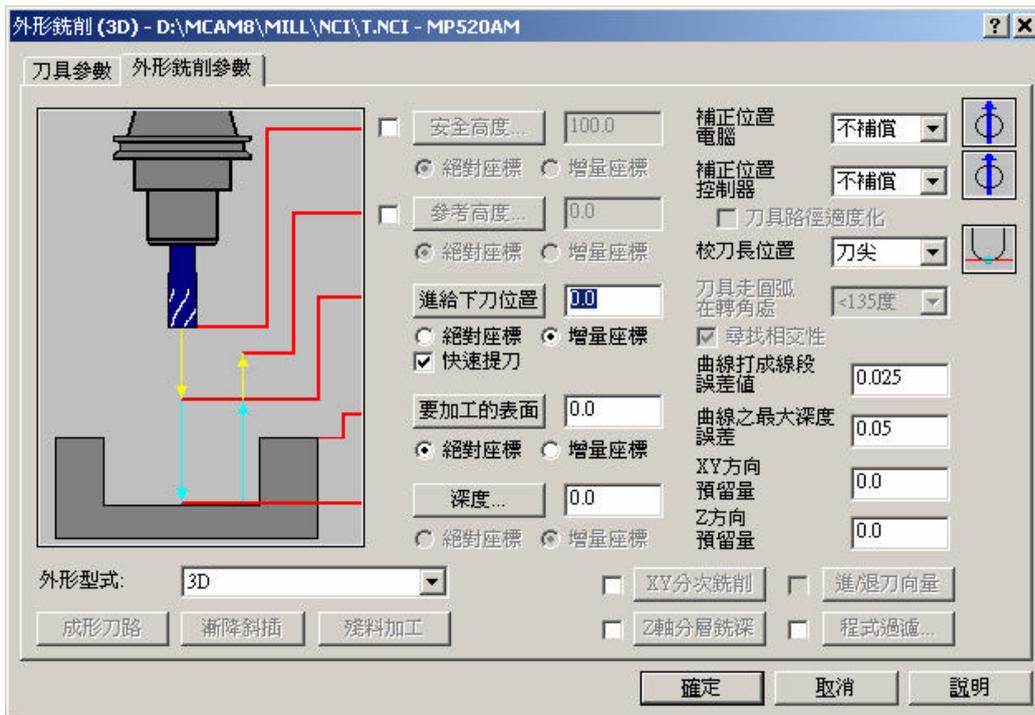
圖七 影像擷取程式執行過程

二、用 MasterCam 模擬

將灰階影像擷取完畢後，會出現一個 image_data.txt 的座標函數檔。開啟 MasterCam 電腦輔助製造軟體讀取 image_data.txt 檔。接著在軟體內設定刀具加工參數及刀具路徑，經檢查無誤後進行模擬。

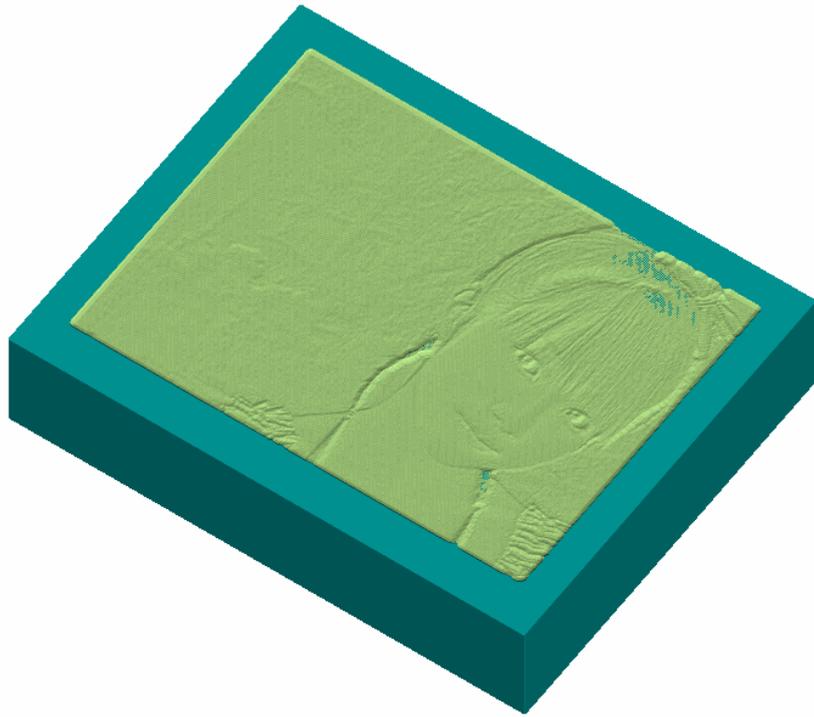


圖八 MasterCAM 軟體設定刀具參數

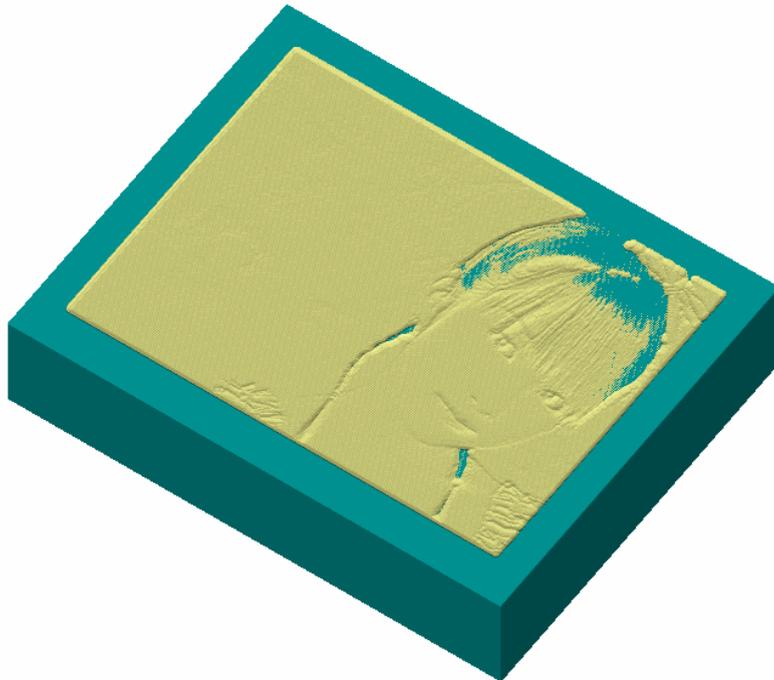


圖九 MasterCAM 軟體設定外形銑削參數

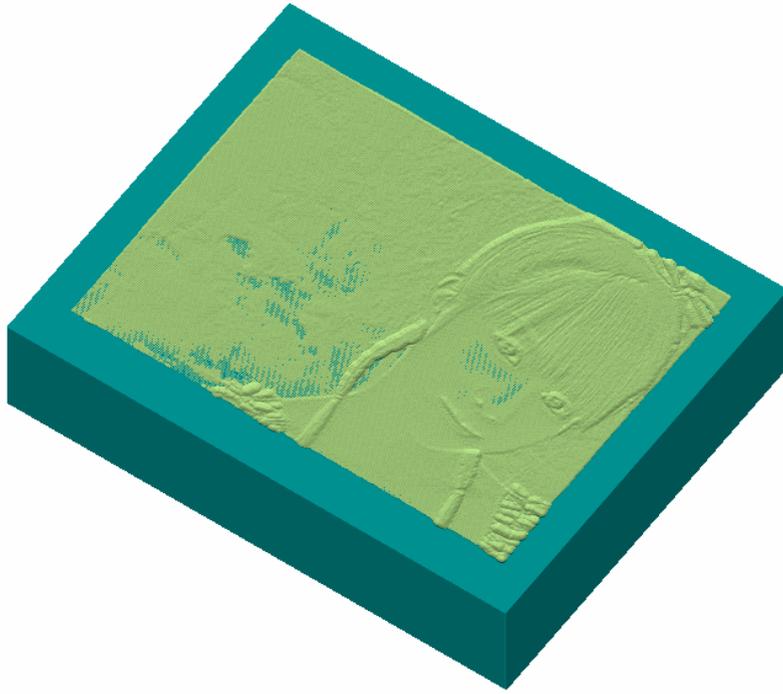
將研究中所規劃的實驗，總共 12 組全經由 MasterCam 模擬，目的是找出最好的參數水準合。各組模擬的結果如下：



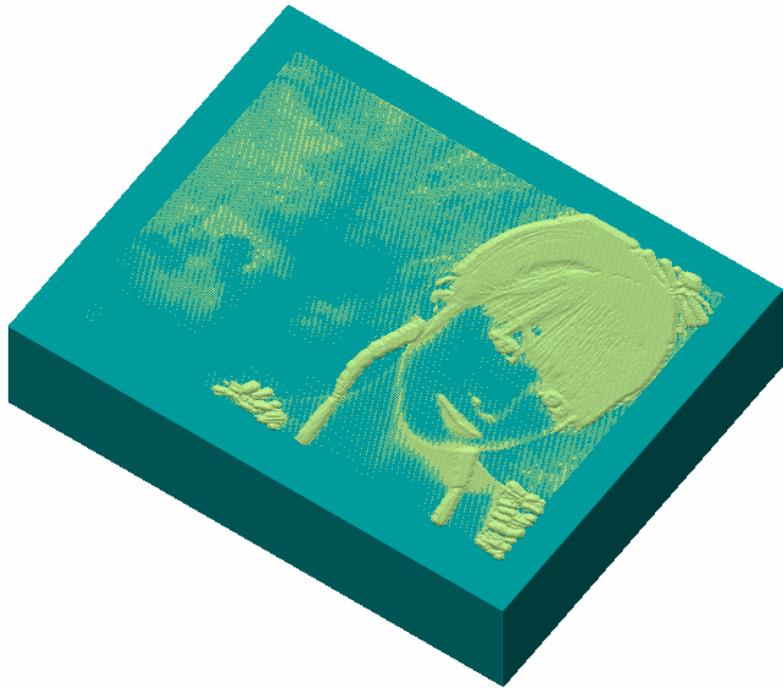
圖十 A1:深度-0.3mm B1:白色為底 C1:對比中的模擬情形



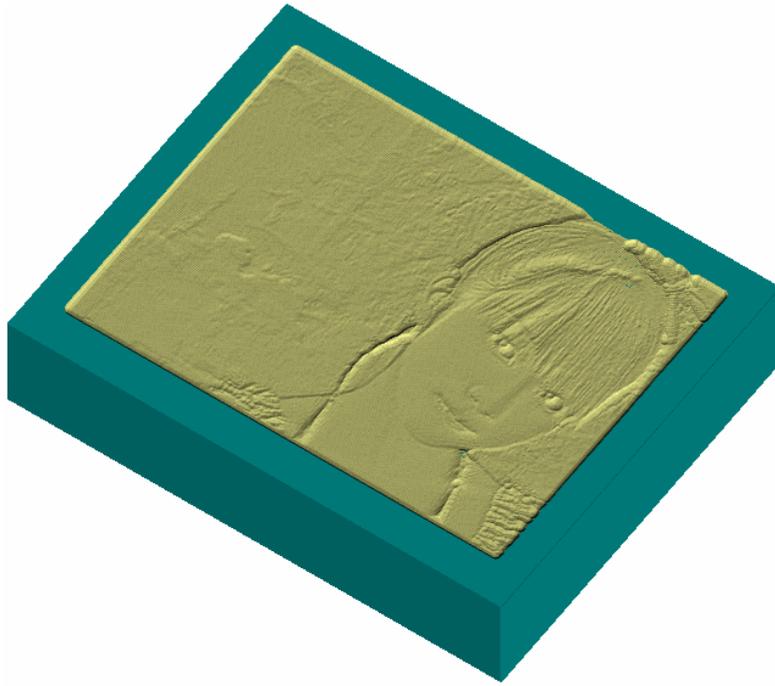
圖十一 A1:深度-0.3mm B1:白色為底 C2:對比高的模擬情形



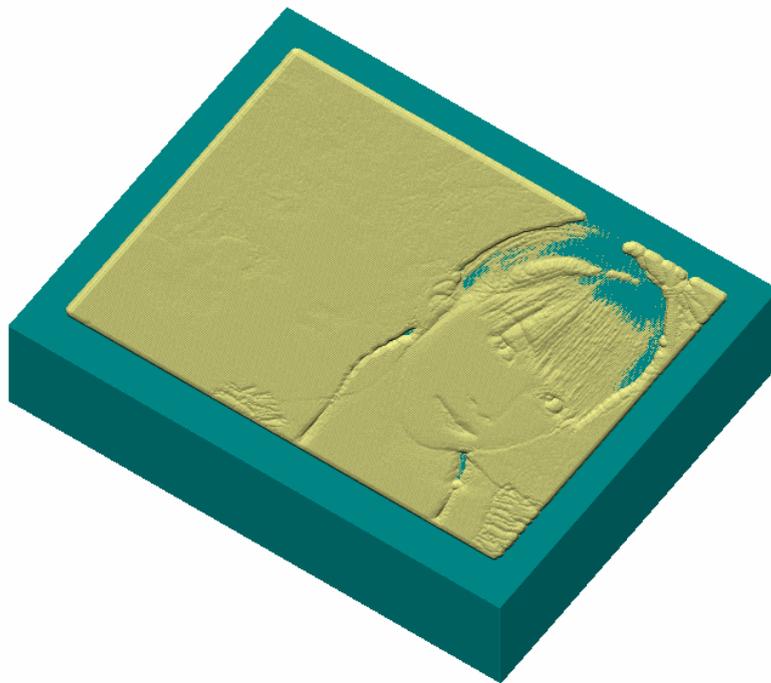
圖十二 A1:深度-0.3mm B2:黑色為底 C1:對比中的模擬情形



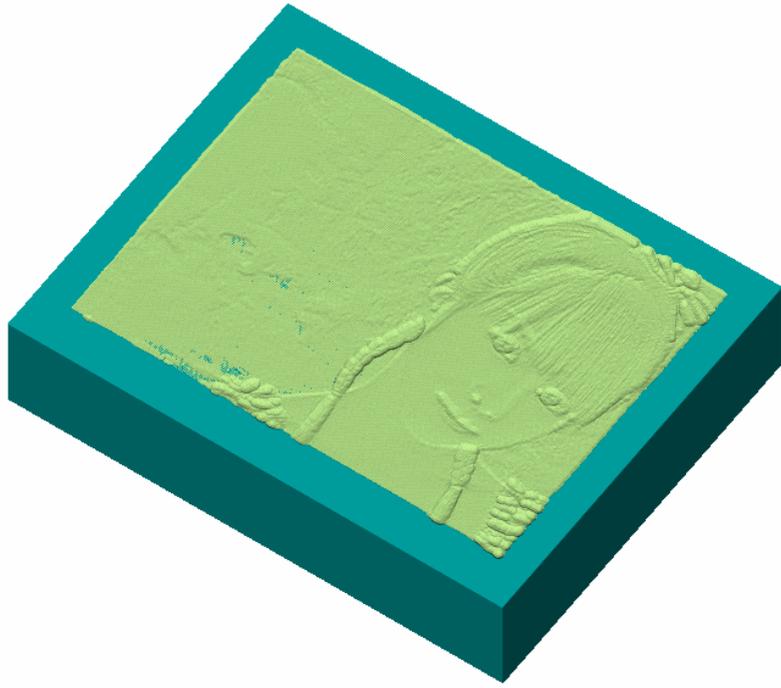
圖十三 A1:深度-0.3mm B2:黑色為底 C2:對比高的模擬情形



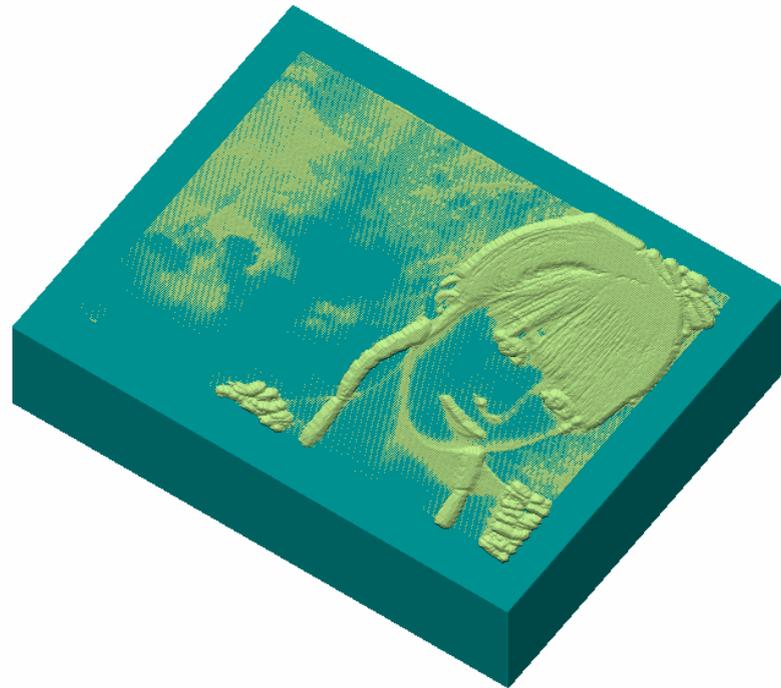
圖十四 A2:深度-0.5mm B1:白色為底 C1:對比中的模擬情形



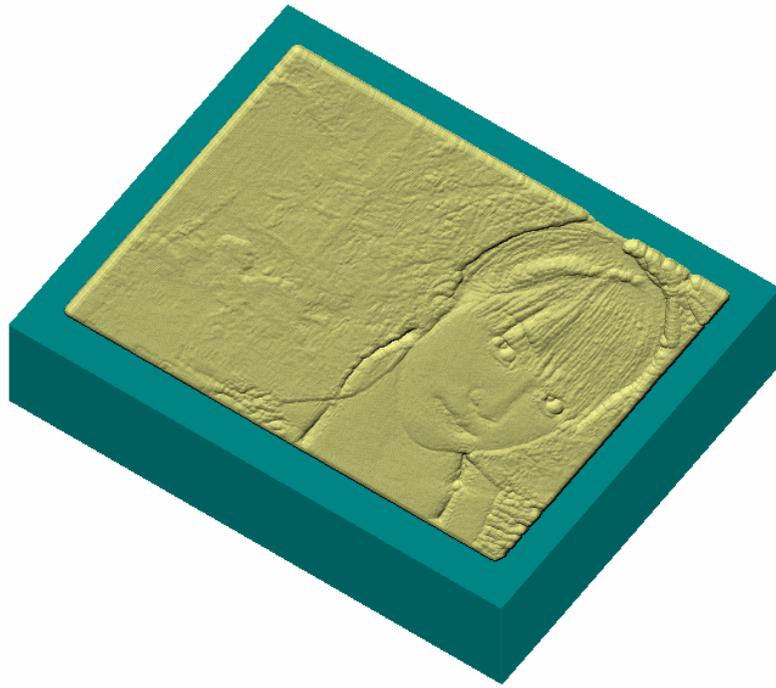
圖十五 A2:深度-0.5mm B1:白色為底 C2:對比高的模擬情形



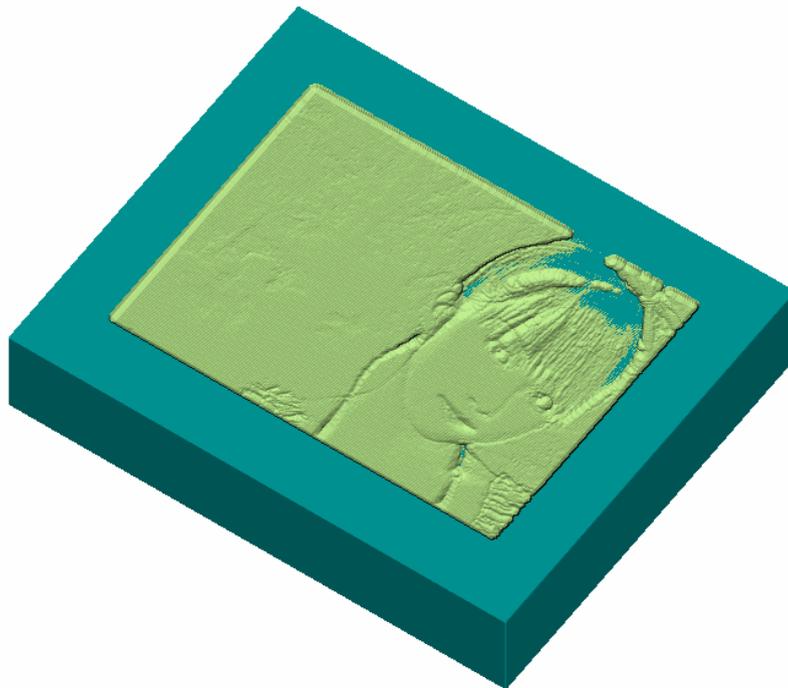
圖十六 A2:深度-0.5mm B2:黑色為底 C1:對比中的模擬情形



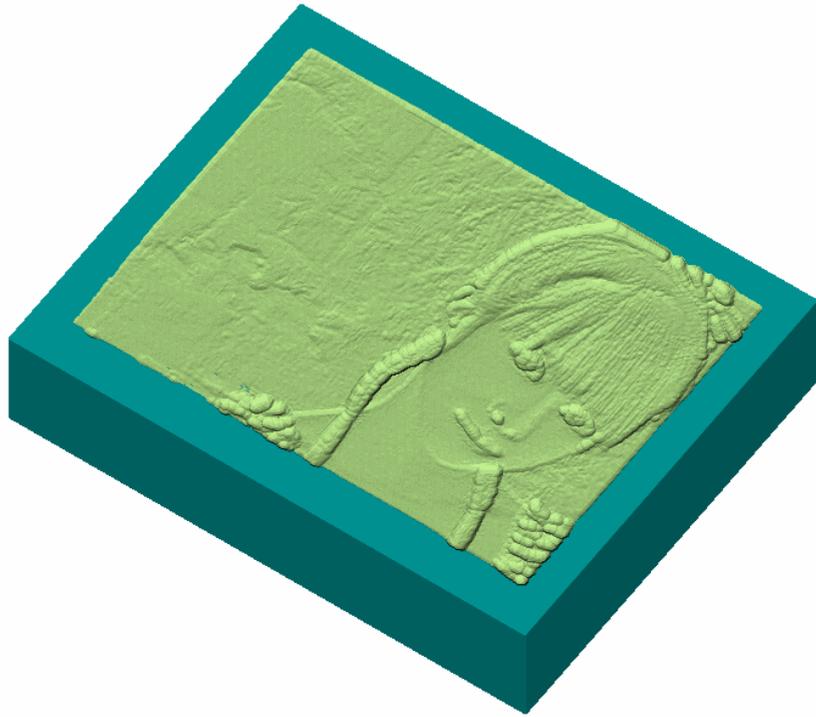
圖十七 A2:深度-0.5mm B2:黑色為底 C2:對比高的模擬情形



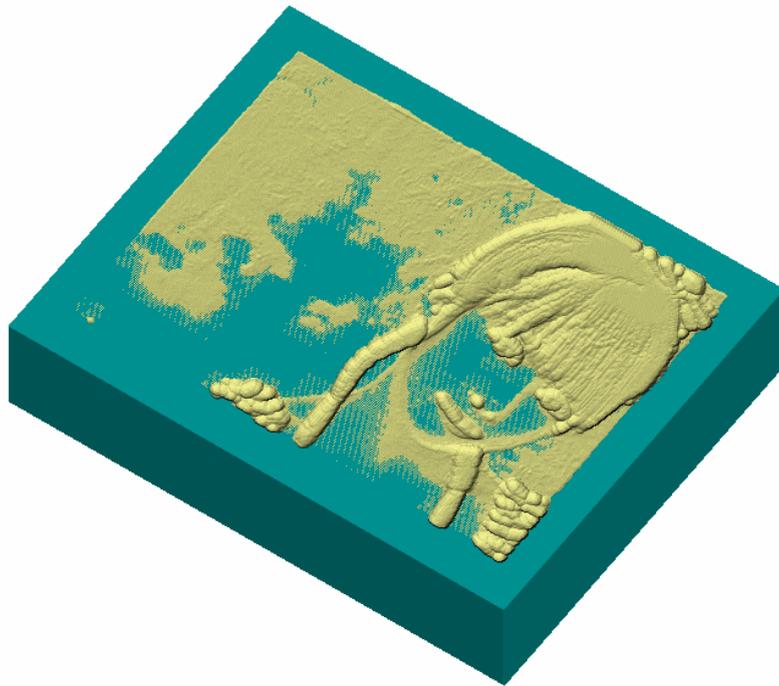
圖十八 A3:深度-1mm B1:白色為底 C1:對比中的模擬情形



圖十九 A3:深度-1mm B1:白色為底 C2:對比高的模擬情形



圖二十 A3:深度-1mm B2:黑色為底 C1:對比中的模擬情形



圖二十一 A3:深度-1mm B2:黑色為底 C2:對比高的模擬情形

三、模擬完畢後執行後處理，轉為 NC 加工程式檔

模擬完後，想要在 CNC 銑床進行加工的話，就必須要有 NC 程式檔，因此以 MasterCAM 軟體之後處理將模擬結果轉為 NC 加工程式。

四、使用 CNC 銑床進行加工

將 NC 檔傳入 CNC 銑床後，進行夾持工件、安裝刀具、設定刀長補正、刀徑補正、工件原點。就緒後，開始製作實物。



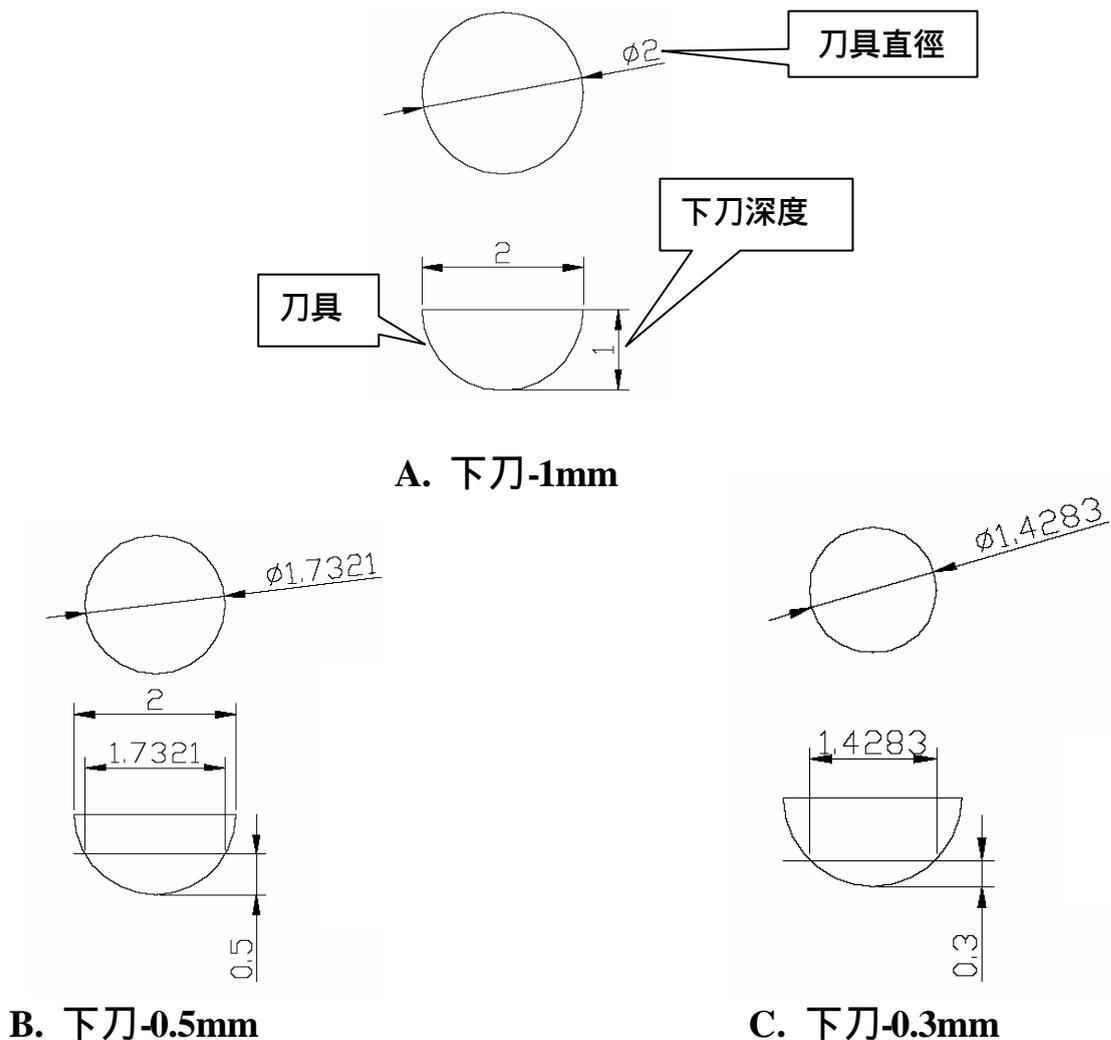
圖二十二 實際加工情形

捌、討論

在一開始研究時，我們就先問老師有關影像處方面的資訊，而老師一方面灌輸知識外，另一方面，他也叫我們可以自行找資料，以便把知識能真正的吸收運用。

進行研究的途中，我們發現影響製作浮雕的參數其實很多，不光是圖片上的對比、圖像複雜性、顏色漸層還有刀具的直徑和雕刻深度等問題。因此針對研究過程所設定的雕刻深度、背景和對比外，我們還討論刀子的移動量，討論如下：

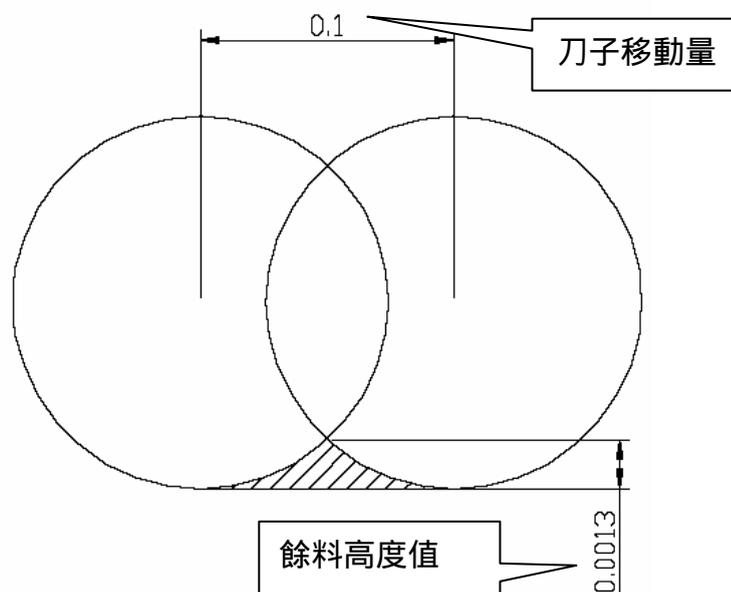
- 1、雕刻深度方面：因為我們雕刻所用的刀具是球銑刀，雕刻越深，凹陷下去的半圓直徑也就越大，以直徑 2 的球刀為例：下刀-1mm 就會留下 2 的半圓，下刀-0.5mm 則是 1.7321 的半圓，下刀-0.3 則是 1.4283 的半圓，如圖二十三所示。也就是說下刀的深淺是能看出浮雕加工的細緻與否，但也影響高點與低點間不同的點外型。



圖二十三 刀具紋路深淺示意圖

- 2、背景方面：一般照片都是在白天所照，背景以白色且光亮為主，因此選取「白在下黑在上」的浮雕是較符合實際狀況。但若圖片背景已呈深黑暗色時，可以考慮「白在上黑在下」的浮雕。
- 3、對比方面：將照片經 PhotoImpact 軟體調整高低對比後，再進行實驗，主要是希望彩色轉換黑白時能有較強的對比，而使浮雕的高低差能有明顯的差別。但經模擬後，這項參數所影響浮雕的圖形並不大。
- 4、刀子的移動量：此點跟球銑刀也有關，因為在來回銑削時，刀子的移動量間隔再小，也一定會有餘料。比如說以直徑 2 的球刀為例，刀子的移動間隔 0.1mm 的話，就會留下高 0.0013mm 的餘料，如圖二十四所示；間隔 0.3mm，就有高 0.0113mm 的餘料，使得浮雕背景會有條紋痕跡。欲改善條紋餘料，只能藉由提高解析度或縮小浮雕圖形尺寸來降低刀子的移動量，使條紋餘料近似平坦。

經由討論與實際模擬結果，我們試著在雕刻深度背景、對比和餘料的條件中取得最佳的浮雕圖形，也是我們一再努力及改進的方向。



圖二十四 餘料產生示意圖

玖、結論

因此在 12 組的模擬圖當中，我們明顯發現到設定不同的參數銑出來的作品差異上都是非常大，從 12 組實驗中，除了研究加工性質外，最主要是比對原圖與浮雕圖案最為逼真者，以確定該實驗的參數水準，為最佳條件，做為往後的實際加工中所依循的參數水準，以便作出完美的成品。

在各參數水準中，主要影響是深度設的太深或太淺都會使做出來的成品與原圖失真，所以在所有的實驗模擬圖中，我們發現以下兩組參數「A1:深度-0.3mm B2:黑色為底 C1:對比中」和「A2:深度-0.5mm B1:白色為底 C1:對比中」做出來的實體最細緻也最好看，而刀具移動間隔在無可避免下，只好盡量取最小值。



圖二十五 由兩組最佳參數作出的實物

以 CNC 銑床雕刻浮雕會因下刀深度和刀具移動間隔所造成的失真，我們認為或許使用雷射的製作方法可以解決，因為雷射的光束直徑一致，可將失真程度減到最小。

最後，在製作過程中老師的指導，也讓組員們能夠在團結合作的精神和正確的方向下完成作品。尤其在編輯影像擷取的程式時，許多地方無法盡善盡美，使得中途失敗了好多次，差點就放棄了，好在有指導老師的大力相助，以及組員們的認真學習，終於把影像擷取程式變的近乎完美，這都是大家努力過後所得的甜美果實。

壹拾、參考資料

- 1、楊玉清 數值控制機械實習 初版三刷 高雄市左營區民族一路1071號 昱網科技 民國92年9月。
- 2、衛祖賞 數位影像處理 二版 台北市龍江路76巷20-2號2樓 全華科技圖書 民國77年8月。
- 3、榎並和雅 數位影像技術入門 二版 台北縣三峽鎮添福里添福路5-1號 建宏出版社 民國87年2月。
- 4、陳偉銘、趙涵捷 影像裡的數學世界 初版 臺北市中正區100徐州路48-1號 臺灣書店 民國90年10月。
- 5、皇世陽、吳明哲、何嘉益、張志成、吳志忠、曹祖聖 Visual Basic 6.0 學習範本 初版36刷 臺北市民生東路一段43號9樓 文魁資訊股份有限公司 民國91年9月。

評語

090903 高職組機械科 第三名

科技化的浮雕創作

本作品成功結合現代電腦科技影像處理及 CNC 電腦製造技術而製作出能根據數位影像之灰階值而自動產生浮雕作品之系統。本作品整合新式科技而發展方便使用之浮雕產品，方向極為正確，整合技術落實也非常成功。然而利用灰階值來設定浮雕作品切削深度之簡單關係宜再加以研究，以利創造出觀看美感度及真實度更佳之浮雕作品。