

投稿類別：工程技術類

篇名：

小型硬幣分納機

作者：

臺北市立松山高級工農職業學校機械科三年仁班 31 號：趙偉辰

臺北市立松山高級工農職業學校機械科三年仁班 36 號：謝秉倫

臺北市立松山高級工農職業學校機械科三年仁班 37 號：韓博鎧

指導老師：

江元壽 老師

江宗哲 老師

壹●前言

在日常生活中，我們常常會有許多找零的硬幣，經常隨手一丟，就放入零錢盒內；一段時間之後，累積的許多硬幣就必須分類計算總金額。所以我們想了很多的方法去解決前臂分類的方法，所以我們想到小型錢幣分類機，能讓大小不同的錢幣分開，這是本研究的主要目的。其次，我們利用學習過 3D 繪圖的技能並配合機件原理與機械製造所提到的相關單元，建構出我們的研究方法。

貳●正文

一、參考文獻

為了瞭解各個硬幣的直徑、厚度等各種資訊，以便決定投幣孔的尺寸，我們參考 (註一) 台灣中央銀行有關硬幣的資訊，如表(一)所示。

表(一) 硬幣規格

| 硬幣種類 | 直徑 | 厚度 |
|------|------|--------|
| 五元 | 22mm | 1.4mm |
| 十元 | 26mm | 1.88mm |
| 五十元 | 28mm | 2.3mm |

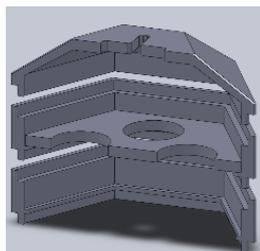
齒輪的設計，我們參考了(註二) 機件原理參考書，(註三) 機械製造參考書等。而因需要在 3D 軟體內模擬運動狀態，我們參考了(註四) Solidworks 2017 設計入門經典教材。

二、研究目的

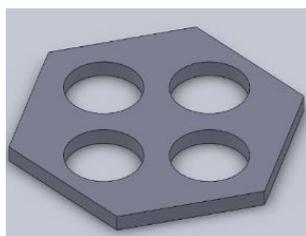
(一)方便分類硬幣 (二)減少體積 (三)簡便,不需使用電池

三、研究方法

使用 Solidworks 2010 先將設計雛型預先構想完成(圖一)。設計構想是在六角柱的頂蓋上，挖兩個直槽硬幣孔，這設計能使硬幣能順利放入，並且在第一層內板挖取數個略小於五十元直徑的孔(圖二)，使其他硬幣掉入下一層內板，並以晃動之方式使其能順利下落，而第二及第三層內板則是設計成能使十元與五元能到達預定之位置。此設計選用 3D 列印機，將實體列印出來(圖三)。



(圖一) 組合圖



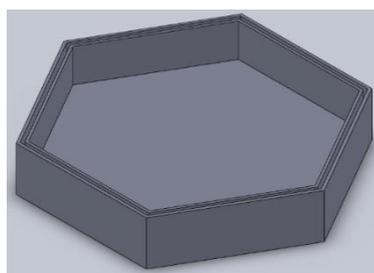
(圖二) 硬幣內板



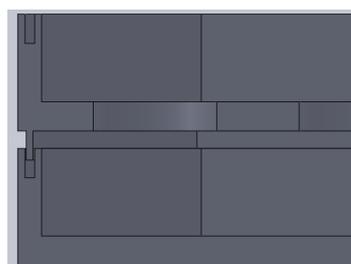
(圖三) 實際之組合圖

(一) 設計雛型

在初始設計時(如圖四), 初始構想是以公母卡榫來進行固定(圖五), 為了方便控制尺寸, 所以我們採用內接圓直徑為 100mm 的六角形, 槽則是在 100mm 與 95mm 中間開一個寬度為 1.5mm 之母槽(圖四), 而在底部距離邊 1.25mm 之距離生長一個寬度為 1mm 的公槽, 使其能與上下件配合。



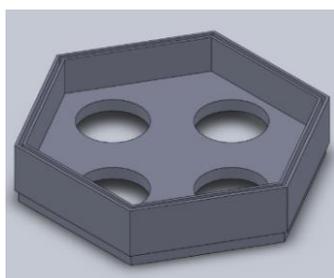
(圖四) 初始本體之設計



(圖五) 卡榫設計

(二) 改善過程

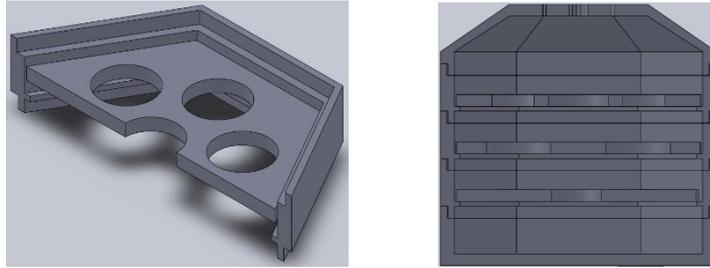
在使用 3D 列印機時, 我們發現原先的槽的壁厚(0.5mm)過薄, 導致壁的強度不足(圖六), 會使得我們在列印時母槽時常會崩裂(圖七), 導致公槽無法順利卡入, 而老師則是建議我們更改成一組似階梯形的卡榫, 與下一件相互配合, 並且將硬幣內板與本體分開列印, 一來減少列印時發生失敗的可能性, 亦可更輕鬆地完成 3D 列印。硬幣內板的設計, 則是延續著先前之設計, 但與本體保留 0.75mm 之公差, 使其能順利配合(圖八)。



(圖六) 更改前之本體



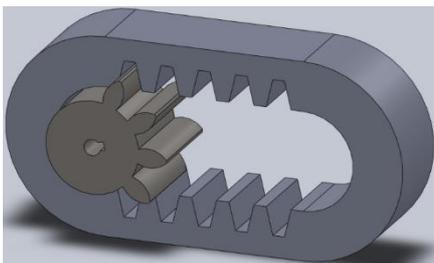
(圖七) 母槽崩裂現象



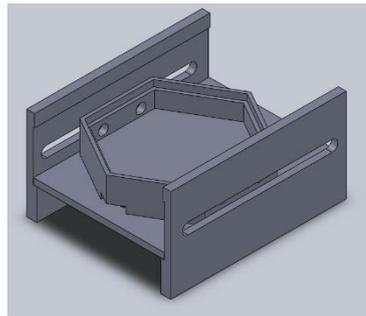
(圖八) 修改後之本體與硬幣內板組合圖

(三) 移動方式

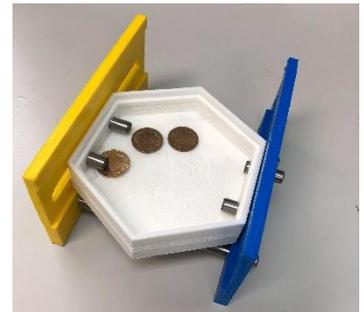
在初次構想中，曾想過在市面上直接購買一個現成的平行震動器，後來則是其中一位組員提出運用間歇齒輪的原理帶動其本體移動(圖九)，但齒輪在製作時容易失敗，並且傳動時容易干涉，造成了運轉不順暢之問題。最後我們想出了一個較簡便的想法，將底座設計二組直徑為 8mm 之圓孔，並額外設計一組支撐架，在其壁上空出一直徑為 8.5mm 之直槽，使用 4 隻直徑為 8mm 的固定銷鑲入底座內，與支撐架平行放置(圖十、圖十一)。



(圖九) 間歇齒輪與齒條組合圖



(圖十) 底蓋與支撐架構想圖



(圖十一) 底蓋與支撐架

四、3D 列印

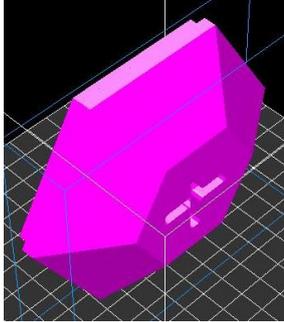
(一) 事前設定

在開始 3D 列印前，必須先將 Solidworks 檔轉換至 STL 檔，以便在 AURORA 3D printer 進行切層的動作，而在列印前，必須將 3D 列印機內壓克力板下的 3 根翼型螺帽鎖至恰好位置，若鎖的過緊，將會造成 3D 列印機之噴嘴撞到下方的壓克力板，進而導致機台的損傷;若鎖得不夠緊，則會因為基準點不處於正確的位址，而造成尺寸的偏差，最後，務必要檢查位於機台後方之塑膠料，是否足以供應此次的列印工作。

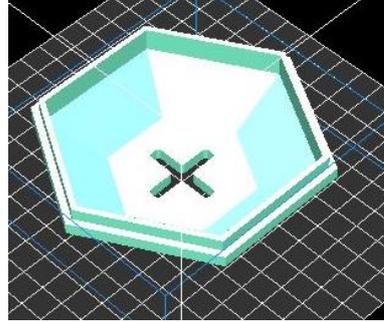
(二) 切層

而 3D 的原理是將加熱過的的塑膠原料一層又一層的疊加，直到完成工作為止，但這也導致了一些問題，像是我們在列印頂部時，曾經因為將材料直立著列印，而造成了錢幣孔部

分區域與錐度產生崩塌的現象(圖十三)，之後我們將此工件轉換成水平放置並重新列印，解決了此項問題(圖十四)。



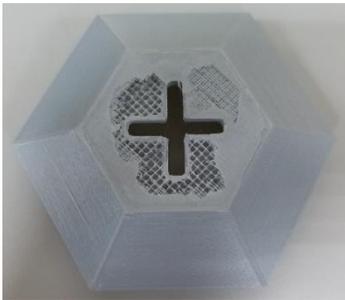
(圖十三) 垂直列印失敗範例



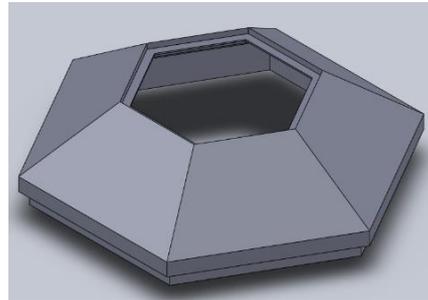
(圖十四) 水平列印成功範例

(三) 二次修改

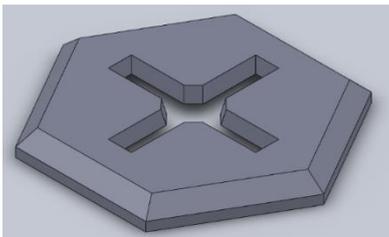
但在列印頂蓋時，因為列印時必須以底邊朝下之方式解決錐度崩塌之現象，卻導致了在鏟除工件時，頂部產生破壞之現象(圖十五)。而後來我們將頂部分解，將硬幣孔與頂蓋分離(圖十六、十七)，避免了破壞的發生。



(圖十五) 實體鏟除失敗



(圖十六) 頂蓋修改



(圖十七) 硬幣投入蓋設計



(圖十八) 切層設定

(四) 切層設定

而在切層設定時，可在設定之地方 (圖十八) 選擇列印時材料的密度 (填充密度)、列印速度、以及每行程所列印的厚度(切層方式)等。若調整列印速度，能夠有效的減少列印時所花費的時間，但易產生列印表面凹凸不平，結構強度減少等缺點。若結構體較大且無複雜設計，即可調整切層方式至 0.2mm，減少每行程所要噴上的材料，進而避免浪費非必要之材料與時間，切層完畢後，將 SD 卡插入電腦內，並在 AURORA 3D printer 應用程式中轉換成 3D 列印機能夠讀取之 GCO 檔，但學校所提供的 3D 列印機讀取中文檔名時，將成為亂碼，所以必將 GCO 檔名調成英文或數字。最後，再將 SD 卡插入 3D 列印機即可，在 3D 列印機上亦存在著調整列印速度之旋鈕(圖十九)，只要在列印時輕轉機台上旋鈕，就可即時調整列印時的速度，在剛開始即要結束列印時，應將速度調至 50~100%，使其能有良好之基準面，而在列印開始約 20 分鐘後，可將列印速度調至 150 至 200%，加快列印的時間，但過於複雜之工件則不建議如此。列印完成後，將黏於壓克力板之列印好的工件使用鑷子將其鏟落，並利用手工具將其毛邊修除。



(圖十九) 組合完成



(圖二十) 分解圖

(五) 欲改善之問題

問題一: 雖然內板具有數個硬幣孔，但在投入過多的零錢後,容易發生過重之問題,使得本體無法順利移動，並且過多的錢幣容易卡住硬幣孔，使得硬幣在晃動時無法順利向下掉落。

(如圖二十一)



(圖二十一) 過多錢幣堵塞之現象

問題二: 目前之設計須使用手動之方式使其滑動, 既不實際且效率極低。

改善方式: 未來在改善時, 可參考使用一拉伸彈簧自本體之底座所設計之槽延伸至下方之固定銷處, 並利用彈簧之原理, 讓其拉動一次後, 產生較大之作用力。

參● 結論

經過了這次的小論文研究, 雖然在過程中遇到了許多一開始未曾設想到的挫折與失敗, 但在經過許多的討論、改良與研究後, 我們從中學習到了許多我們不清楚的知識。例如在設計間歇齒輪與齒條時, 我們學習到如果要設計一個齒輪, 必須先決定齒輪的節圓直徑、齒數, 來配合公式設計其模數, 或者是將一個完整的設計, 分解成各個零件所組裝而成, 這樣不僅能夠節省列印的時間及其廢料的浪費, 並且在零組件損毀或需不同形式之設計時, 能輕易地更換其零件而非替換其整體工件。



如上圖所示, 齒的大小是根據模數 m 來決定的。
以公式表示則為: $m = \frac{d}{z}$ (模數 = $\frac{\text{節圓直徑}}{\text{齒數}}$)
與模數的關係如下所示。
節圓直徑 $d = mz$ (節圓直徑 = 模數 \times 齒數)
齒數 $z = \frac{d}{m}$ (齒數 = $\frac{\text{節圓直徑}}{\text{模數}}$)
圓周節距 $p = \pi m$ (圓周節距 = $\pi \times$ 模數)



(圖二十二) 齒輪模數之公式 (註五)

(圖二十三) 各個零件

肆● 引述資料

註一: 台灣中央銀行。 <https://www.cbc.gov.tw/mp.asp?mp=1>

註二: 鍾義(2019)。機件原理。新北市:台科大圖書股份有限公司

註三: 江元壽(2019)。機械製造。新北市:台科大圖書股份有限公司

註四: 朱賢儒(2017)。Solidworks 2017 設計入門經典教材。台北市:上奇資訊

註五: https://www.khkgears.co.jp/tw/gear_technology/pdf/module.pdf