

臺北市第 42 屆中小學科學展覽會
作品說明書封面

類 別：生活與應用科學類

組 別：國小組

作品名稱：金庫密碼探險之旅

關 鍵 詞：密碼鎖、NATIONAL INSTRUMENTS LabVIEW
程式編輯軟體

編號：

金庫密碼探險之旅

摘要

我們研究的主題是：銀行金庫密碼設定的破解機率與程式等。這支程式雖然看似複雜，但意思卻簡單明瞭，其中的邏輯深奧而有趣！一路探索下來，愈玩愈起勁！

這程式中有密碼的設定技巧、密碼的上下限設定有包括：正數、負數、個位數、十(分)位數、百(分)位數、千分位數、輸入密碼之工具差別：有常見的旋轉式的角度感應器及按壓式的觸碰感應器等；我們還做了金庫密碼破解機率之計算的研究；除此之外，我們兩個女生並實際以木板來模擬銀行金庫，只以簡單的工具親手做出了立體小模型，再加上了電影中常看到的紅外線警報器（簡易版），雖然耗時耗力，但從中我們也因此瞭解了製作上、結構上的一些特殊原理，真是一次有趣又負有挑戰性的研究之旅呀！

壹、研究動機：

電視新聞或報紙上常報導著：「某某銀行金庫遭小偷侵入！」的字樣，我們倆就好奇的心想：那得損失了多少錢呢？小偷是如何得知密碼而開啓金庫的門？除了金庫密碼的設定這項保全措施外，還有沒有其他裝置呢？為何銀行的金庫保全能夠輕易的使小偷進入呢？有沒有辦法可以讓金庫的安全性提升到最高，以防止小偷侵入呢？想到這裏，我們就有了一個念頭：或許我們可以利用課餘所學的 NATIONAL INSTRUMENTS LabVIEW 程式編輯軟體，自己設計一套精密的金庫防盜系統，加上今年學校課程中所學到的滑輪組、輪軸等機械原理（康軒版六下自然與生活科技第八冊第一單元「簡單機械」），並演算出破解的機率，來仿效真實的整個場景，以降低金庫遭竊的危險性，也正好能讓自己學習到有關金庫防盜系統的奧秘呢！因此我們就展開了一段有趣的「金庫密碼探險之研究旅程」囉！

貳、研究目的：

- 一、分析輸入密碼之工具差別（旋轉式的角度感應器、按壓式的觸碰感應器）。
- 二、研究密碼上下限的設定及影響（正數、負數……）。
- 三、作品硬體結構探討（孔與鎖之關係、如何使動力流失、水平往覆運動裝置）。
- 四、探討密碼的設定技巧、邏輯及破解的機率。
- 五、製作光源警報系統強化金庫的安全性。

參、研究設備及器材：

一、樂高測試之使用器材：橡皮筋×4、馬達×4、滑輪×10(大+小)、齒條×4、觸碰感應器×4、角度感應器×1、程式處理器×2、**NATIONAL INSTRUMENTS LabVIEW 程式編輯軟體**、齒輪×4(8 齒小齒輪)、軸×8(長短不一)、電線×10、卡馬達之零件×4、樂高積木橫桿：(1)1×16【×4】(2)1×12【×6】、(3)1×8【×12】、(4)1×6【×8】、(5)1×4【×4】、(6)1×2【×4】 平板：(1)1×8【×4】(2)1×6【×6】(3)1×4【×11】(4)L型【×1】(5)2×4【×3】(6)無豆平板 1×6【×2】(7)2×8【×2】(8)8×2【×1】 磚塊：(1)2×8【×4】、(2)2×4【×4】



二、實際作品之使用器材：電鑽、鑽頭×5（直徑 7.0 3.0 2.6 2.3 1.5 mm）、電鋸機、鐵鋸×2、撥線鉗、尖嘴鉗×2、老虎鉗、鐵槌、螺絲起子×4（大 1 支、中 2 支、小 1 支）、白膠、麥克筆、剪刀、膠帶、泡棉膠、低速減速箱×2、小馬達、螺絲、螺帽×4、滑輪（兩種）、棒冰棍（用全長 9 公分去裁切）、鐵棒（用全長 8 公分去裁切）、潤滑油、壓克力管、電線、電夾、電夾套、墊片、橡皮筋×5、木板、羊眼釘×4、筆光燈、程式處理器×2



三、木板（公分）：(1)46×41×1 (2)61×38×0.5 (3)12×15×1【×2】(4)15×4×0.5【×2】(5)17×3.5×1【×4】(6)23×5×0.5 (7)6×4×0.5【×2】(8)5.5×7.5×1【×2】(9)8×4.5×1【×2】(10)2×1×1【×4】(11)8×7×1 (12)6×8×1【×2】(13)9.5×2×1 (14)9.5×1×1(15)7.5×1.5×1【×2】(16)8×1.5×1【×2】(17)3×3×1【×2】(18)3×2×1【×2】





肆、研究過程：



實驗一：


- (一) 先利用樂高積木零件做出金庫門的概念模型(模型包括門框、門、門鎖)。
 - (二) 系統連接電路，接上樂高程式處理器，做基本通路的測試。
 - (三) 撰寫旋轉式開鎖密碼工具之程式：
- (說明：以下圖示為程式中所運用之指令解釋)

 ：跳移。當程式需要「持續迴圈」時所用。箭頭朝「下」是開始處；箭頭朝「上」是反復處(有不同顏色，但需反復處頭尾必須同一色；當所有顏色


用完時，可在「白色跳移組」右下角接上編號。如： )。



   ：馬達。上方的 A、C 代表是接在哪個輸出端，箭頭的方向是代表馬達轉動方向。


 ：接頭 A、C 的馬達或感應器「停止」運轉。




：頻率聲響。左下角是聲音的頻率，數字越小、音頻越低，數字越大、音頻越高；右下角是鳴響的秒數。



：整合指令。當程式中有這種  判斷指令時，分出來的兩條路徑必須再最後合為一條路徑。



：分工指令。把一條路徑分成兩條，且兩件事情同時進行；上面灰色的為主路徑，而白色的為副路徑。


 ：歸零。計時器的時間歸零；角度感應器的角度歸零。在程式中若有用到這些設備之計算功能時，便需要先歸零（程式語法之規定）。


 : 計時器。時間單位是十分之一秒，600 個十分之一秒=1 分鐘。




  : 將二號輸入端（角度感應器）的值，丟入紅瓶子（虛擬）內。



  : 角度感應器的判斷指令。右下角接的是該判斷 >、< 或 = 的值。左下角接的是輸入端號碼。

  : 觸碰感應器。箭頭代表往裡壓，或往外彈出。



 : 次數迴圈。在左下角處接上倆指令裡所圍住範圍指令的動作次數。



 : 指令中間紅色是代表暫停第幾號路徑，右下角接的是暫停的路徑號碼。

  : 時間。手錶中是問號代表自己設所需的時間；手錶中是 1s 代表 1 秒鐘。


 : 在液晶螢幕上顯示紅容器裡的值，右下角接的是顯示的容器。

  : 綠燈，意思是程式開始；紅燈，意思是程式結束。

  : 當三號輸入端的光源感應器，偵測到的值低於 65 時，把這件事情訂定為紅色事件（定義）。


 : 從此處之後的路徑中，監督是否有成立紅色事件的定義。



：結束監督。在開始到結束的這段過程中，監督是否有成立紅色事件的定義（可放可不放）。



：當紅色事件成立後，將會跳過此指令之前的所有路徑，直接跳到此指令之後的路徑。

圖 1 說明：當程式一開始啟動時，先設定光柵的紅色事件（當三號輸入端的光源感應器，偵測到的值低於 65）後，將會聽到一聲頻率 3000 持續一秒的聲響，接著馬達轉動將會觸碰到紅色按鈕形成通路，當形成通路後光柵的燈即會亮起，這時就開始監視是否有人誤闖光柵（是否有成立紅色事件），緊接著，只要按下再鬆開 1 號按鈕即可接著解除光柵的密碼。

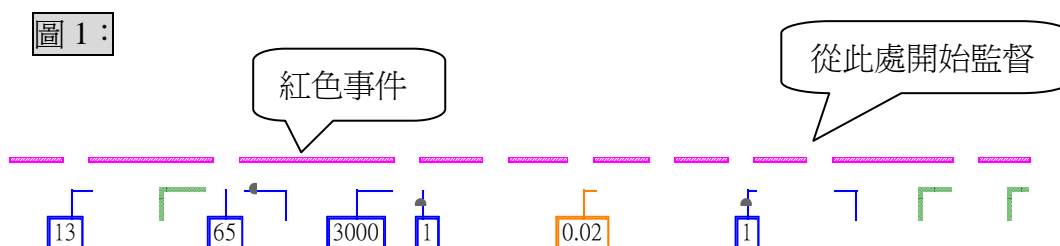


圖 2 說明：1.每當按對一組密碼，就會有一聲頻率 3000、0.1 秒的聲響，若在解碼的過程中有任何一碼錯誤，即會聽見頻率 4000、1 秒的聲響（提醒錯誤之用；拖延破解時間），並要從第一組密碼開始重新解起（藍色跳移）。
2.當所有密碼都順利解開後，將會跳過警示聲及藍色跳移組（綠色跳移），並同時不再監視是否有人誤闖光柵（紅色事件）。
3.若在停止監視指令之前碰到光柵時，即會警鈴大作，且永遠跳脫不出去，直到管理員到場為止。

圖 2 :

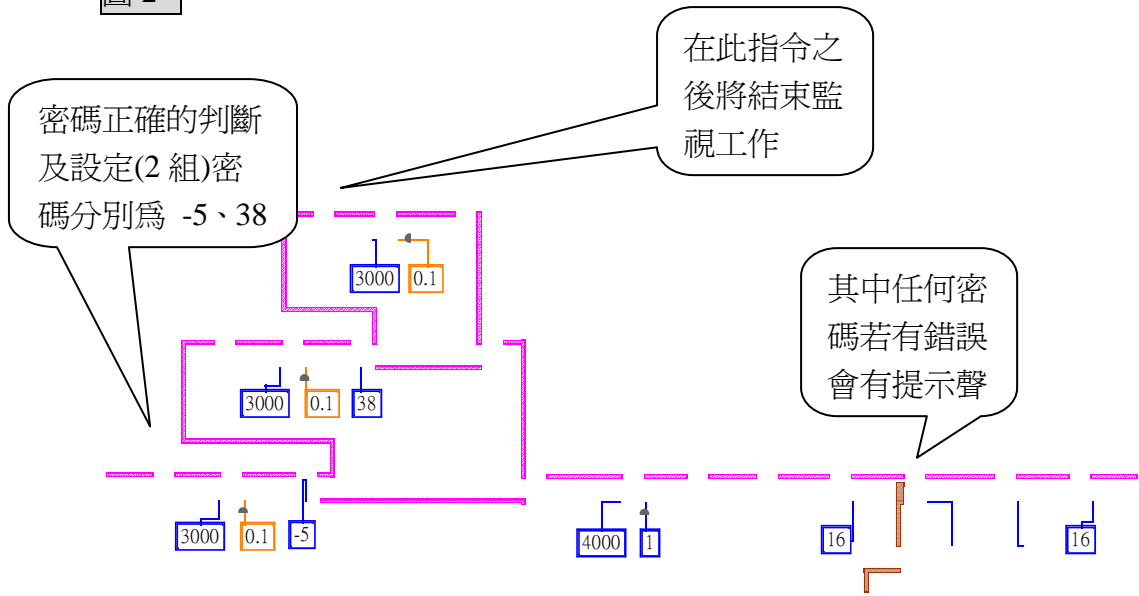


圖 3 說明：先把角度感應器歸零（程式語法之規定）後，再將二號輸入端角度感

應器所得到的數字丟入虛擬的紅瓶子內，一直做重複的動作。

圖 3 :

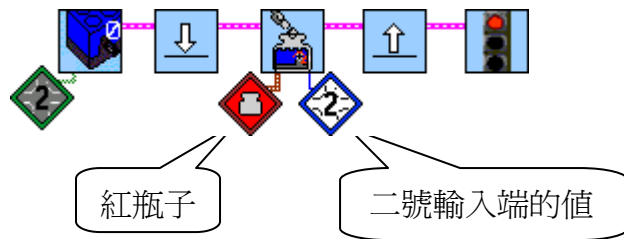


圖 4 說明：先判斷密碼數是否 > 999（上限），接著再判斷是否 < -1000（下限），

若 > 999 或 < -1000 則超出預定的上限及下限（三位數字 999~-999）（上下限數字可按照個人而自行修改），當密碼數超過時，我們將會把數字再歸回到 0，重新一次，且不斷反覆判斷再判斷。

圖 4 :

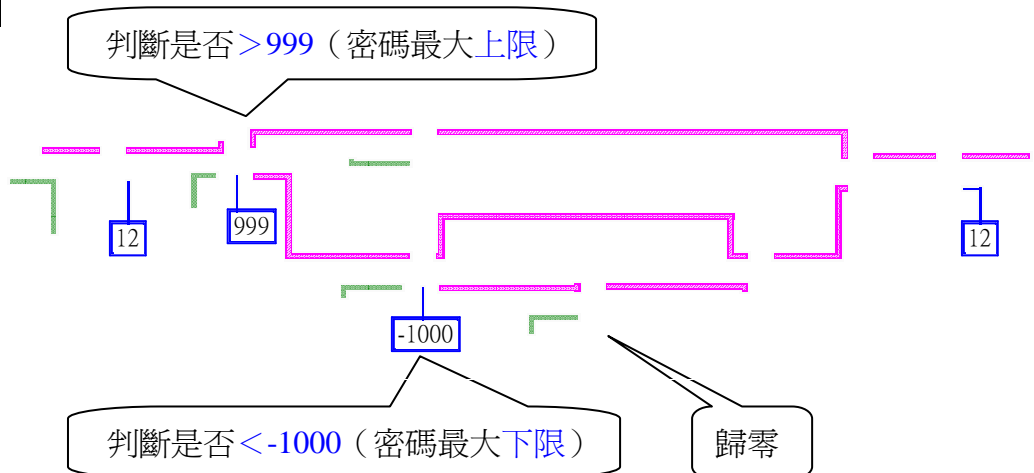


圖 5 說明：將紅瓶子內的值顯示在程式處理器的液晶螢幕顯示窗中顯示，經由顯示窗我們能更便利、更迅速的得知現在轉的密碼數是多少。

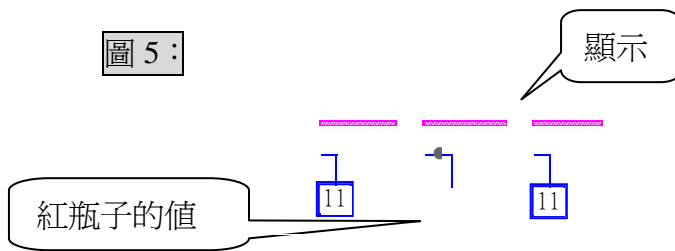


圖 6 說明：當計時器中所設定的時間內無法解開所有的密碼時，程式將會自動停止再轉動角度感應器輸入密碼的功能，便會警鈴大作，此時只能等候工作人員停止系統為唯一解決方式。

注：預設的狀況：1 小偷試圖破解門鎖；2 員工忘記密碼。

圖 6：

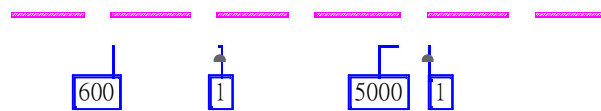


圖 7 說明：當密碼都輸入正確後，將會解除光柵，然後緩衝兩秒。

圖 7：

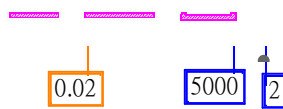


圖 8 說明：1.每當按對一組密碼，就會有一聲頻率 3000、0.1 秒的聲響，若在解碼的過程中有任何一碼錯誤，即會聽見頻率 3000、1 秒的聲響（提醒錯誤之用；拖延破解時間），並要從第一組密碼開始重新解起（白 14 跳移）。
2.當所有密碼都順利解開後，將會跳過警示聲及白 14 跳移組（白 15 跳移），直接停止下面的五號路徑。

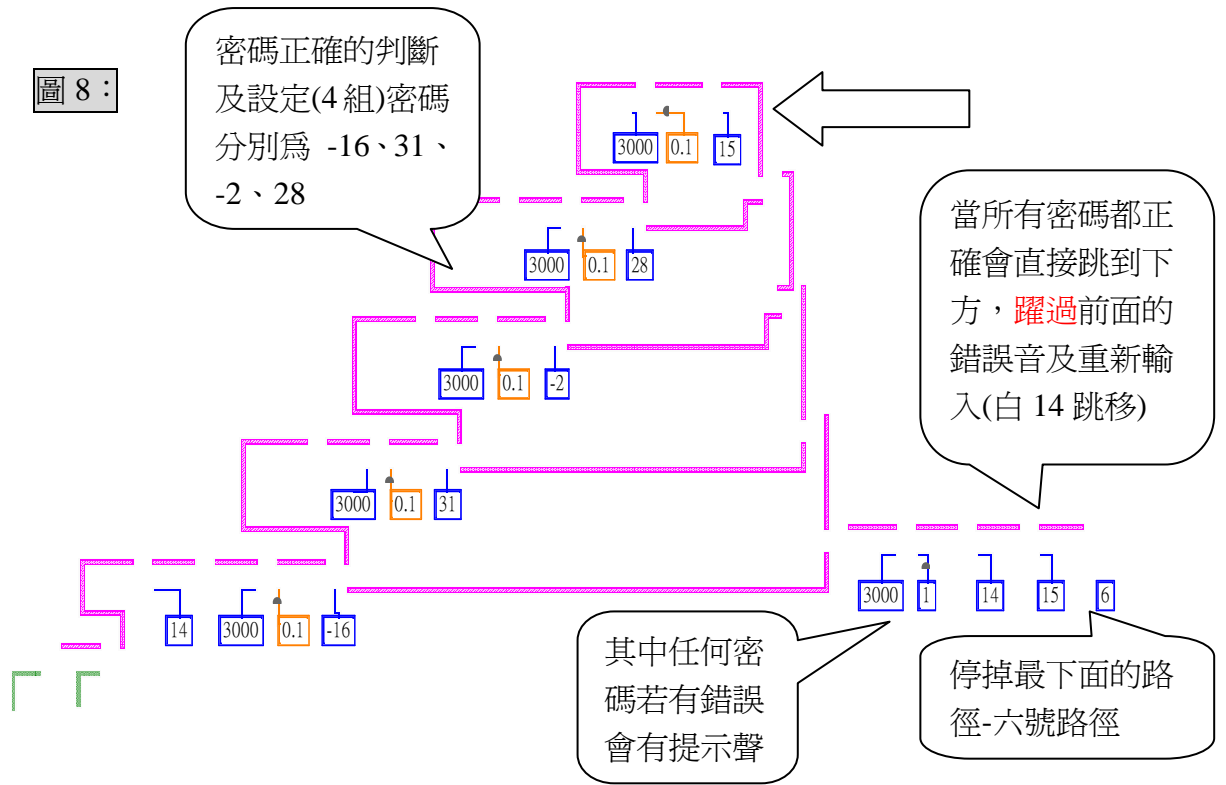


圖 9 說明：先打開門鎖、再打開門。只要金庫管理人員出來時輕壓一下按鈕，即可將門關上且鎖上。

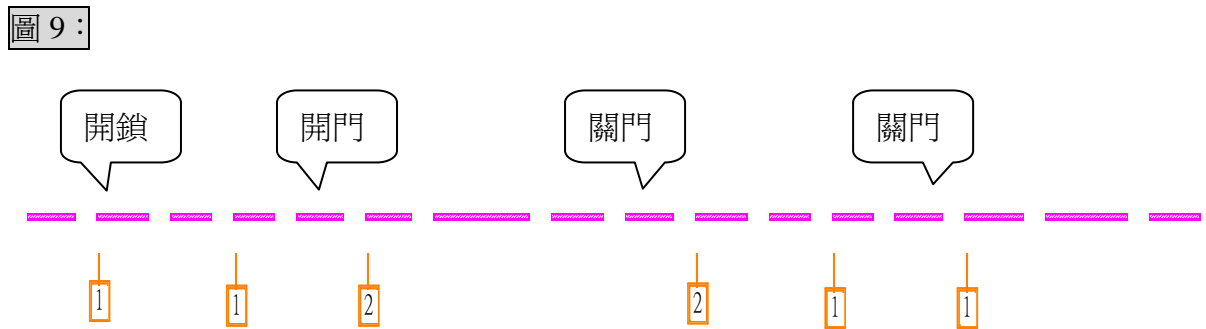


圖 10 說明：當門鎖上後，會聽見五次嗶嗶嗶的聲音，警示盡快離開。

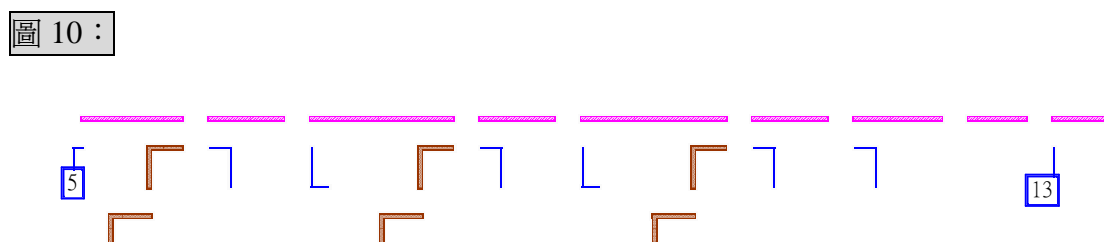
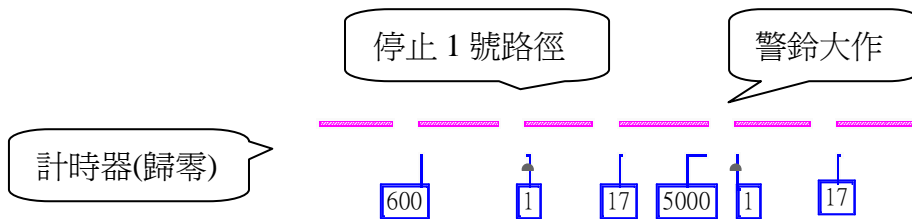


圖 11 說明：當計時器中所設定的時間內無法解開所有的密碼時，程式將會自動禁止再轉動角度感應器及輸入密碼的功能，便會警鈴大作，此時只能等候工作人員停止系統為唯一解決方式。

圖 11：




實驗二：


- (一) 製作另外一組金庫門的概念模型(模型包括門框、門、門鎖)。
- (二) 系統連接電路，接上樂高程式處理器，做基本通路的測試。
- (三) 撰寫觸碰按壓式開鎖密碼工具之程式：
(程式指令說明如上，以下為補充說明指令)



： **容器歸零**。左下角接的是容器的顏色代號。程式中有用到此設備之計

算功能時，便需要先歸零（程式語法之規定）。（當紅、藍、黃都用完時可用白色

接序號，如： **3**)。

 **100**： **加法容器**。左下角接的是容器的顏色代號。右下角接的是一次累加多少。



9900 : 容器判斷。左下角接的是容器的顏色代號。右下角接的是

的是判斷是否 >、< 或 = 的數目。



$c0+c1+c2$

3

: 運算容器。將 c0 (紅容器)、c1 (藍容器) 和 c2 (黃容器) 裡的

值相加起來，放入白色 3 號容器內。

圖 1 說明：程式啓動後，按一下輸入端 1 號的觸碰感應器才能繼續下面的動作，在正式開始輸入密碼前，先將這支程式中所有運用到的容器和計時器都歸零(程式語法中的規定)。

圖 1：

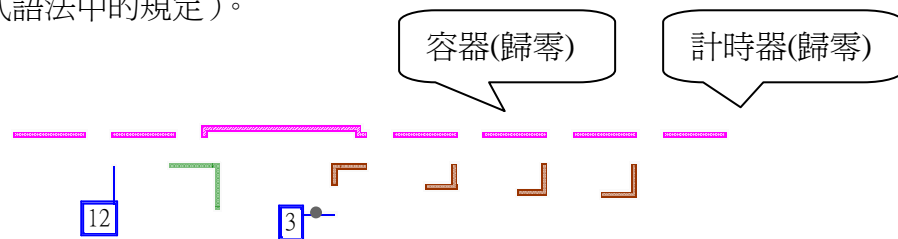
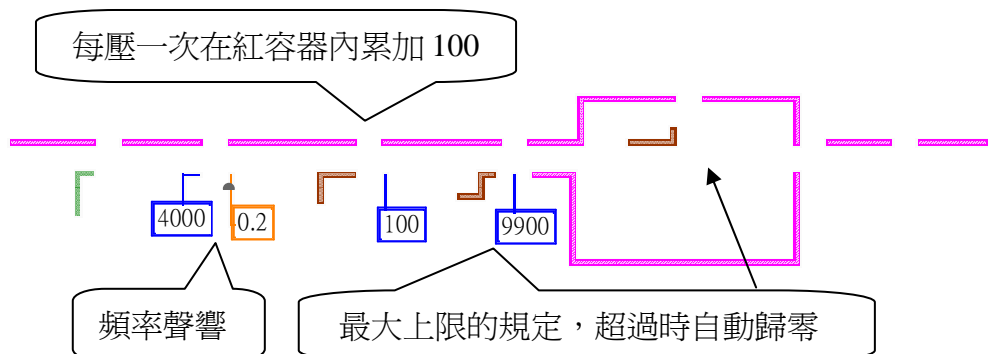
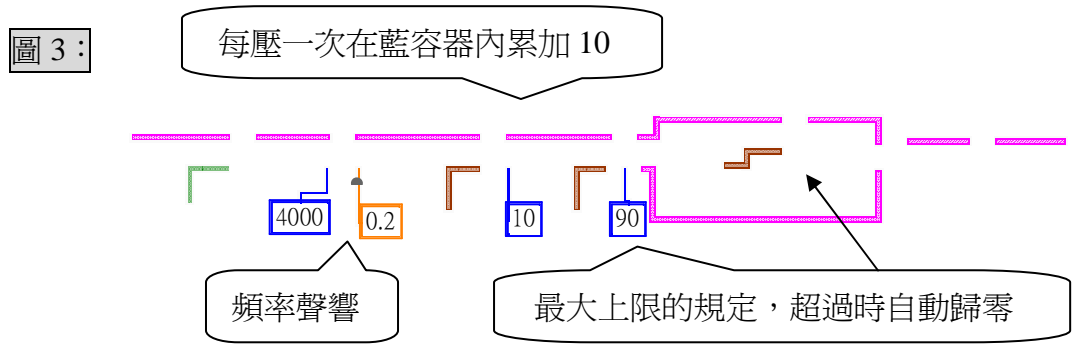


圖 2 說明：1. 每當壓一下 1 號觸碰感應器時，會發出一聲頻率 4000、0.2 秒的聲響，同時會在紅容器內增加 100。
2. 把此容器的上限設在 9900，意思代表著最多只能按 99 下，當按超過 99 時，就會自動歸零，重新按起，不斷迴圈。

圖 2：



- 圖 3 說明**：1.每當壓一下 2 號觸碰感應器時，會發出一聲頻率 4000、0.2 秒的聲響，同時會在藍容器內增加 10。
- 2.我們把此容器的上限設在 90，意思代表著最多只能按 9 下，當按超過 90 時，就會自動歸零，重新按起，不斷迴圈。



- 圖 4 說明**：1.每當壓一下 3 號觸碰感應器時，會發出一聲頻率 4000、0.2 秒的聲響，同時會在黃容器內增加 1。
- 2.把此容器的上限設在 9，意思代表著最多只能按 9 下，當按超過 9 時，就會自動歸零，重新按起，不斷迴圈。

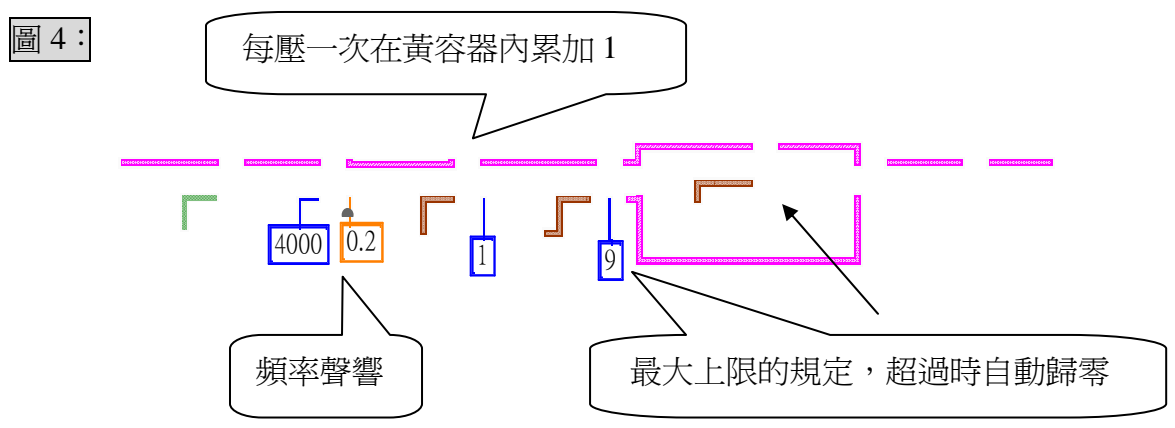


圖 5 說明：將紅容器 (c0)、藍容器 (c1) 和黃容器 (c2) 裏的值全部相加來，丟入另一個白色 3 號容器內。在整個程式中

紅色容器的角色為 (百位數位以上密碼輸入)

藍色容器的角色為 (十位數位密碼輸入)

黃色容器的角色為 (個位數位密碼輸入)

白色 3 號容器的角色為 (計算以上三個數位的總和及顯示現在的密碼數)

圖 5：

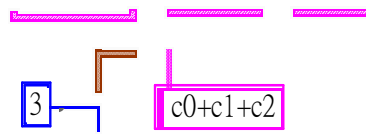


圖 6 說明：主路徑一開始就先有輸入密碼時間的設定，若還在時間 (> 或 = 預設時間) 內，在繼續判斷是否是和設定的密碼一樣，若不是就跳回前面。

圖 6：

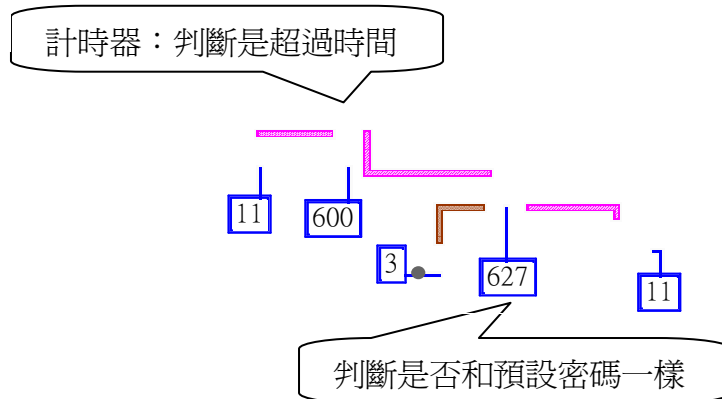


圖 7 說明：若是正確的密碼會自動停掉以上的路徑，使它無法再輸入密碼，門鎖和門也會自動開啓；當管理員出來時按下按鈕，門就會關上、門鎖也鎖上。

圖 7：

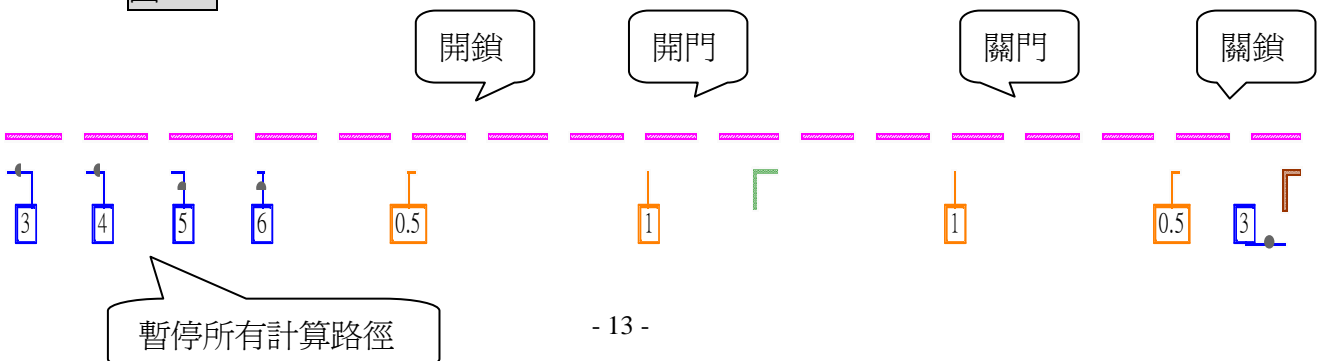
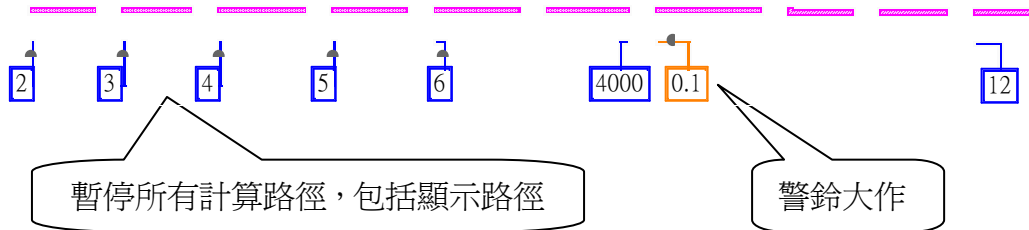


圖 8 說明：若已經超過預設的時間後，會一同連顯示和計算的程式路徑停掉，接著警鈴大作，只能等候保全人員或工作人員停止系統為唯一解決方式。

圖 8：



(四) 再次確認，檢查程式可正常運作。

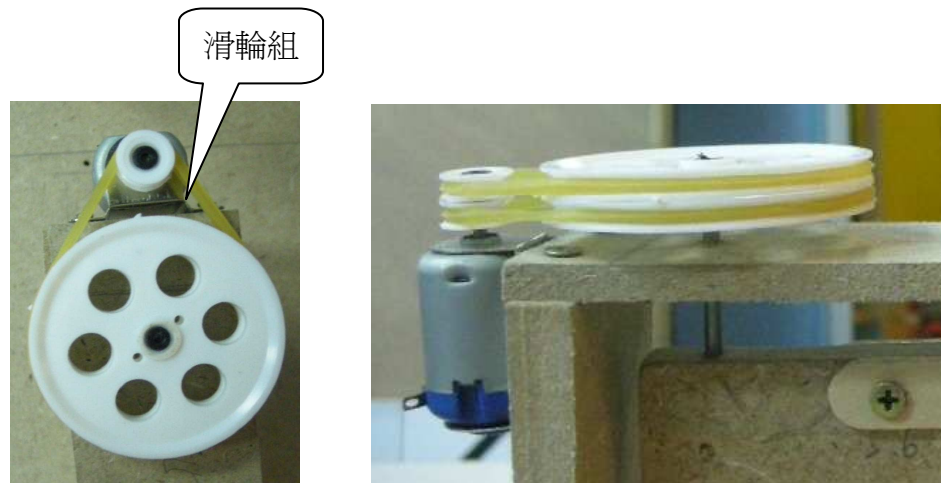
實驗三：硬體結構探討

(一) 把樂高轉換成生活素材

我們決定把原本的模型利用身邊的素材做成另一個模型，我倆拿起鐵鋸鋸木板、拿著電鑽鑿孔、拿著螺絲起子鎖木板……。就這樣一刀一鋸地經過了三個多星期，雖然指頭磨破了、皮也結繭了，但是…我們的作品完成了！

(二) 滑輪動力流失

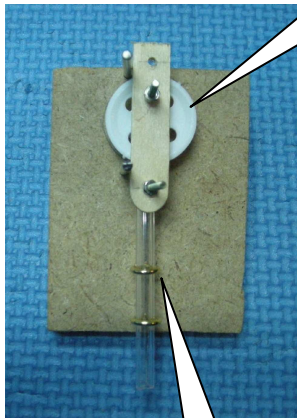
利用兩組用橡皮筋套起來的滑輪組作為動力傳送的方式，將多餘的動力在橡皮筋上流失掉，才不會造成機械結構的負擔。



(三) 水平往復運動裝置

這個結構我們運用在開關鎖上；利用滑輪的滑輪長當作鎖頭上下位移的距差，把裁切過正確的長度的冰棒棍做爲驅柄，驅柄的下方再連接一根壓克力管，但爲了不讓壓克力管在上下移動時造成彎曲現象發生，所以我們在適當的位置上所上兩個羊眼釘固定位置，因此在鎖上或開鎖時，壓克力管會成垂直的狀態。

滑輪直徑長爲
鎖頭位移距差

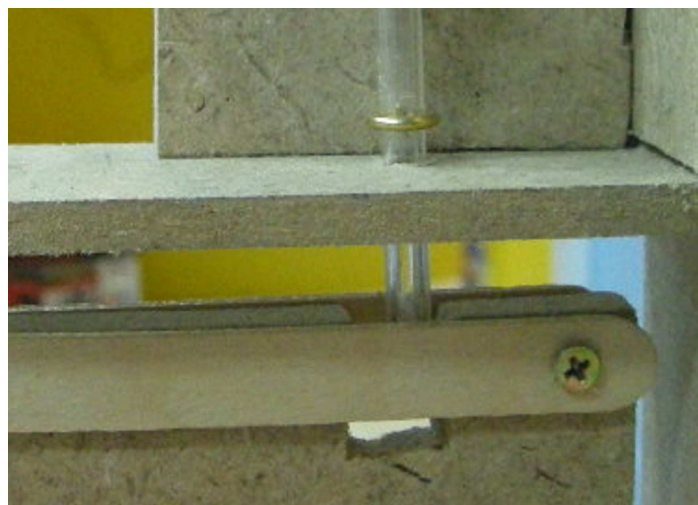


羊眼釘



(四) 孔與鎖的關係

爲了讓鎖（壓克力管）能更精準、更容易的鎖進洞內，我們決定將門板鋸一個凹字型的凹洞，並在前後兩面用冰棒棍擋住，成了一個容易開關鎖的門鎖。



伍、研究結果：

實驗一：

表 1：當密碼是「正、負數皆有」時，2、4、6 組密碼被破解之機率表

(旋轉式的角度感應器)

密碼數 (組)		一位數-9 ~ 9	兩位數-99 ~ 99	三位數-999 ~ 999
2	一組密碼被破 解的機率	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{199}$	$\frac{1}{1999}$
	所有密碼被破 解的機率	$\frac{1}{19^2}$	$\frac{1}{199^2}$	$\frac{1}{1999^2}$
4	一組密碼被破 解的機率	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{199}$	$\frac{1}{1999}$
	所有密碼被破 解的機率	$\frac{1}{19^4}$	$\frac{1}{199^4}$	$\frac{1}{1999^4}$
6	一組密碼被破 解的機率	$\frac{1}{19}$	$\frac{1}{199}$	$\frac{1}{1999}$
	所有密碼被破 解的機率	$\frac{1}{19^6}$	$\frac{1}{199^6}$	$\frac{1}{1999^6}$

表 2：當密碼是「正數」時，2、4、6 組密碼被破解之機率表

(旋轉式的角度感應器)

密碼數 (組)		個位數	十位數	百位數
2	一組密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{1000}$
	所有密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10^2}$	$\frac{1}{100^2}$	$\frac{1}{1000^2}$
4	一組密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{1000}$
	所有密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10^4}$	$\frac{1}{100^4}$	$\frac{1}{1000^4}$
6	一組密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{1000}$
	所有密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10^6}$	$\frac{1}{100^6}$	$\frac{1}{1000^6}$

實驗二：

表 3：密碼是「正數」且是「三位數字」時，2、4、6 組密碼被破解之機率表

密碼數 (組)		百位數	十位數	個位數	總破解率
2	一組密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{1000^2}$
	所有密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{1000^4}$
4	一組密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{1000^4}$
	所有密碼被破 解的機率	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{1000^6}$

實驗三：

金庫鎖的型式	原本的被破解機率	加上光柵的破解機率	兩機率相加後的總機率
旋轉式	$\frac{1}{1999^4}$	$\frac{1}{1999^2}$	$\frac{1}{1999^{(4+2)}}$
觸碰式	$\frac{1}{10^6}$	$\frac{1}{1999^2}$	$\frac{1}{10^6 \times 1999^2}$

陸、討論：

一、如何將原本的旋轉密碼程式加上光源感應設備的程式呢？

(一) 這個問題令我們很煩惱，也知道最後寫出來的程式應該是十分龐大，想了又想，還是不知道該如何寫才會達到所要的目的，最後花了兩個多小時，認識新的指令、了解用法，再將它套到程式中，果然達成目的。這個指令就是-事件指令，我們釐清了「事件指令」和「判斷指令」的差別。

(二)「判斷指令」只能在那一兩秒的時間內做一次辨別，之後的路徑無法持續判斷。

(三)「事件指令」卻可以在一段過程中判斷，它會有一個起始點但不一定會有結束點，當超過需要的界定值時，即會跳過中間的動作，直接跳到接下來的指令。

二、在把鐵棒打入木板的過程中，因為鐵棒過細、鐵槌過重，所以時常敲到手，因此我們想辦法將棒子更容易打入木板。我們將木板上鑿一個小洞，再用尖嘴鉗夾住鐵棒，最後才用鐵槌敲打，這麼一來成了既安全又方便的方法。

三、如何才能使鎖順利鎖入門板裡呢？如果在門板上打一個洞，壓克力管能鎖入洞內的機率比較小，所以我們就把門板挖一個凹字型的凹槽，再用冰棒棍將前後兩側封住，使壓克力管能進洞的機率增加，更容易鎖住門。

四、明明鎖已經離開門洞，為什麼門打不開？門和鎖的動力傳送皆是使用有動力流失的滑輪組，但是門為何不能完全開啓？

(一) 我們認為有可能是橡皮筋彈力疲乏，換了新橡皮筋後，它依舊無法完全開

啓。後來我們又認為可能是橡皮筋接法的問題，試了各種方法，用一條連接、連上面、連下面、交插接都不行，但已經很晚了，我們結束了今天的測試工作。

(二) 自然課學過滑輪與齒輪的傳送，因此我們反覆思索失敗的原因，想要結合老師上課所提到的一些關鍵問題，看看能否成功的使門打開。

(三) 又到了測試的時候，沒想到竟奇蹟似的完整開關門，燃起了我們的鬥志，討論到底是什麼原因造成這種現象？發現是沒接好變成一上一下的接法所形成，接連測試幾次都是成功的狀態，到了第五次又失敗了。

(四) 後來又回到只連接下面的滑輪組，居然在後來的測試中都成功了！經過討論後，原來是因為**動力傳送處越靠近支點，所以成功的機率較大。**

柒、結論：

一、透過這次科展，我們了解如何計算密碼被破解的機率，也知道要怎麼做才能讓密碼更難被破解：**當拉大密碼上下限的範圍，便讓可能性增多，把破解的機率降低，加強防盜系統。**反之，若將上下限的範圍縮小，會減少可能性，被破解的機率也變大。

二、因為密碼正、負數的有無，所以我們輸入密碼的工具不同，也使得密碼被破解機率有所差異。當我們用**旋轉式的工具輸入密碼時**，包含正、負數，**範圍較廣，被破解的可能性較低。**在現實生活裡，這組系統也就會**較為昂貴**；**按壓式的工具輸入密碼時**只有正數，因此所能設定的**密碼範圍較小，破解機率也較高。**不過在現實生活中，這套按壓式防盜系統的安全性也**已足以保護金庫裡的財產**，我們可以依照個人需求來選擇要使用哪一組金庫防盜系統(安全性高、價格貴；風險高、價格便宜)。

三、在硬體的部分我們發現：

(一) 門鎖的洞要留些空間，使門鎖能夠輕易的插入門裡，形成「鎖住」的狀態。

(二) 門鎖的製作，我們以滑輪帶動冰棒棍，使連接著冰棒棍的透明管能夠上下移動，成為水平位移的裝置。

(三) 在容易摩擦的地方，適量擠上一些潤滑油，能使機構運作的更流暢。

四、光源警報系統的加設，增加金庫的安全性。

(一) 在製作過程中，我們了解若使用一般的燈泡來做，光會擴散四周、無法集中，光源感應器便無法接收光源，實驗也就會失敗(註 1)。

(二) 因此我們利用**筆光燈把光線聚集**，讓光源感應器能夠準確接收光束。至於按壓按鈕的部分，我們使用有**多組齒輪減速的馬達**，因為它兩邊的桿子能在馬達轉動時，觸碰到按鈕，點亮燈泡，讓**整個光源警報系統以全自動化的方式呈現**。

備註：在程式中，必須找出感應器接收到光和沒接收到光值的範圍，並設定一個判斷值（其數須偏亮的值，例：亮是 75，及判斷值為 65 較為適當），判斷有無人經過。若光源擴散，光源感應器所接收到的值便會與不亮時的值接近，判斷值較難設定且容易不準確。

捌、參考資料及其他：

- 一、尼爾·阿得利（民 89）。原來如此—世界運轉的秘密。貓頭鷹出版社
- 二、南一出版社。國中數學第五、六冊。臺南市。統計與機率。
- 三、MIT 機器人研究室。<http://www.mitrobot.com/>