

我的嘟嘟號

高小組應用科學科第一名

彰化縣鹿港鎮海埔國民小學

作 者：張 登 貴

指導教師：呂進榮、王志禎

一、研究動機

有一天我去老師家三樓頂看海天日落的景像，看見老師和師母正忙著操縱自製的儀器，對準太陽，不知在測量什麼？樣子很像雷射砲，引起我很大的好奇心，也想探個究竟。老師要我幫忙注意儀表上的數字變化，好讓他們隨時調整儀器的角度；結果因為眼睛直視太陽過久，造成了日盲，有很長一段時間看不見儀表上所顯示的數字。老師笑著說這段時間裏數字已變化了十多次了，而且這種情況老師也遇到好幾次，失掉了許多寶貴的觀測機會。於是我在想，為什麼不利用電腦做一部自動追蹤太陽，自動記錄的儀器呢？

二、研究目的

- (一)研製一部簡易自動太陽追蹤器。
- (二)利用直射熱量比斜射熱量大的道理，把太陽追蹤器做為太陽能利用之用，可以充分利用太陽能。

三、研究設備器材

- (一)含遊戲輸出入線（搖桿）電腦主機一台、監視器（或電視機）。
- (二)三用測試電表。
- (三)廢鐘齒輪組、玩具馬達齒輪組。
- (四)塑膠管（水管）、塑膠球、黑玻璃。
- (五)簡易電子實驗板（麵包板）。

四、研製過程與方法

(一)偶然的發現：研習電腦時，我最喜歡玩電腦了，但我很奇怪「搖桿」是如何操縱電腦的？是不是我瞭解了搖桿的構造，就可以大勝電腦了？有一天，我把搖桿拆開來觀察，哈，原來裏面只有兩個類似兒童科學畫刊中所刊載的「可變電阻」，馬上查閱該書，發現可變電阻有許多種類，其中有一種「光敏電阻」最奇特，外表形狀完全與搖桿中的不一樣，更有趣的是老師用電表測試電阻時，指針會隨光線強弱而擺動！太好了，把它和搖桿的兩個交換怎樣？

(二)問題的產生：光敏電阻有兩隻腳，搖桿的可變電阻有三隻腳，雖然都是「可變電阻」，但是要怎樣把三條電路改變成兩條呢？問題的克服：1 首先收集有關搖桿的資料，先找到控制搖桿的指令，計有四個：PDL(ϕ)、PDL(1)、PDL(2)、PDL(3)；其次順著搖桿電線找到搖桿的接頭，發現有 16 條插孔；我不知這 16 條線路的每一條作用怎樣，但問題變得更複雜了。

8	7	6	5	4	3	2	1
.
.
.
9	10	11	12	13	14	15	16

2 實驗甲：

(1)輸入程式 (甲)

1 ϕ A = PDL(ϕ)

2 ϕ PRINT A

3 ϕ GO TO 1 ϕ

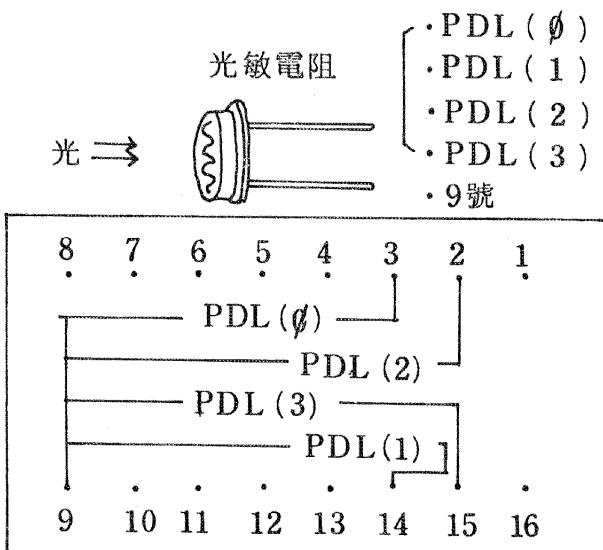
(2)執行時搖動搖桿。

實驗甲結果：螢幕顯示出數字，而數字隨著搖桿而變化，數字最小是 ϕ ，最大是 255；搖桿不動，數字不變。

3. 實驗乙：

- (1) 執行程式（甲）。
- (2) 用光敏電阻碰觸接頭。
- (3) 注意螢幕數字變化。

實驗乙結果：

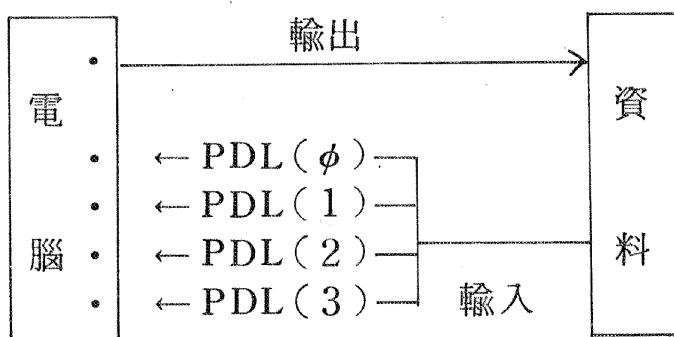


4. 實驗丙：在實驗乙中有一個共用點（9號），那是什麼？

由實驗甲、乙得到操作型定義：

- (1) 資料 → 數字 → 電腦處理。

(2)



因此推測（9號）是電路的輸出點，那一定有電流和電壓了？

測試：用電壓表測試電壓

測試結果：

8	7	6	5	4	3	2	1
.
+0.3	+0.3	+3.7	+3.7				
+4.8		+4.7				(→)	
.
9	10	11	12	13	14	15	16

參考書籍：參考電腦操作手冊，得知 4 號、5 號、6 號、7 號是屬於電鈴輸出，可以用指令（POKE）觸動內開關。

5. 實驗丁：測試電鈴輸出（內開關）功用。

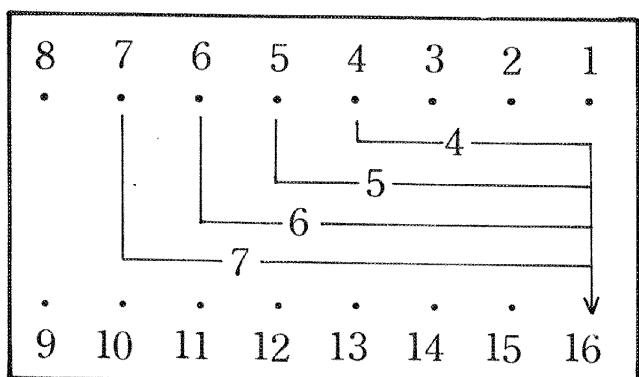
(1)用「立即執行」執行 POKE 指令。

(2)用電壓表測試 4 號、5 號、6 號、7 號電壓變化。

實驗結果：

名稱	指 令	電壓	狀況
7 號	POKE-16296, 1	0.3	關
	POKE-16295, φ	3.7	開
6 號	POKE-16294, 1	0.3	關
	POKE-16293, φ	3.7	開
5 號	POKE-16292, 1	0.3	關
	POKE-16291, φ	3.7	開
4 號	POKE-1629φ, 1	0.3	關
	POKE-16289, φ	3.7	開

++ + +



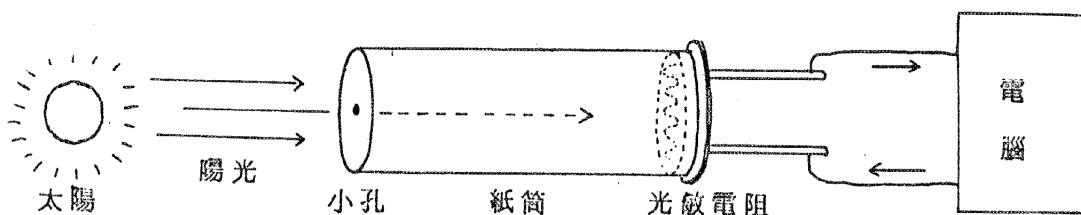
6. 實驗戊：把資料變成曲線圖

理由：(1)根據實驗甲、乙，把搖桿的可變電阻換成光敏電阻，也可以得到數字的變化，問題是什麼樣的光會得到什麼樣的數字？太陽光直射和反射的光量怎樣？若要找到太陽，一定要讓太陽光直射光敏電阻，而且光量恰好達到數字的最小值 ϕ ($\phi \sim 255$)。

(2)如果用電腦畫圖，將可得到 191 個變化點，比字幕區顯示的 24 個數字還多，並且可以一目了然。

實驗方法：

(1)：



(2) 程式 (乙)：

```
1  $\phi$  HGR2  
2  $\phi$  HCOLOR = 3  
3  $\phi$  Y = 1  
4  $\phi$  A = PDL( $\phi$ )  
5  $\phi$  HPLT A, Y  
6  $\phi$  IF Y=191 THEN END  
7  $\phi$  Y=Y+1  
8  $\phi$  FOR P=1 TO 1 $\phi\phi$ :NEXT P  
9  $\phi$  GOTO 4 $\phi$ 
```

實驗結果：(勾)不用紙筒時，不論直射光或反射光，均容易達到 ϕ 或 1，無法辨別光源。

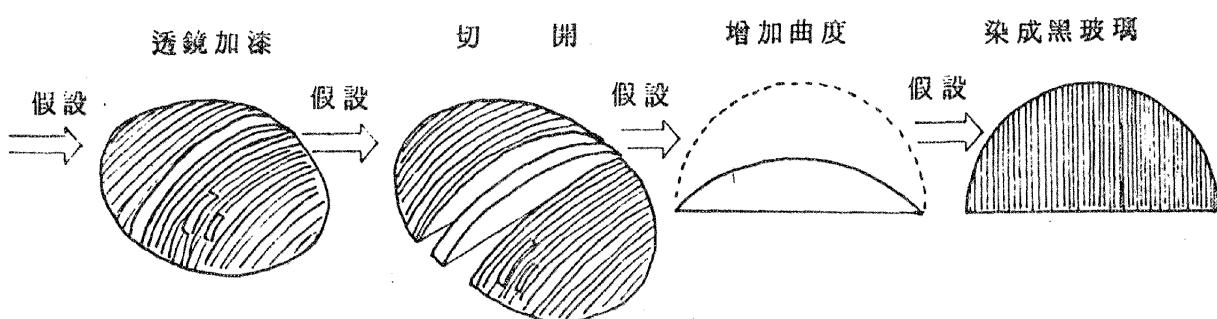
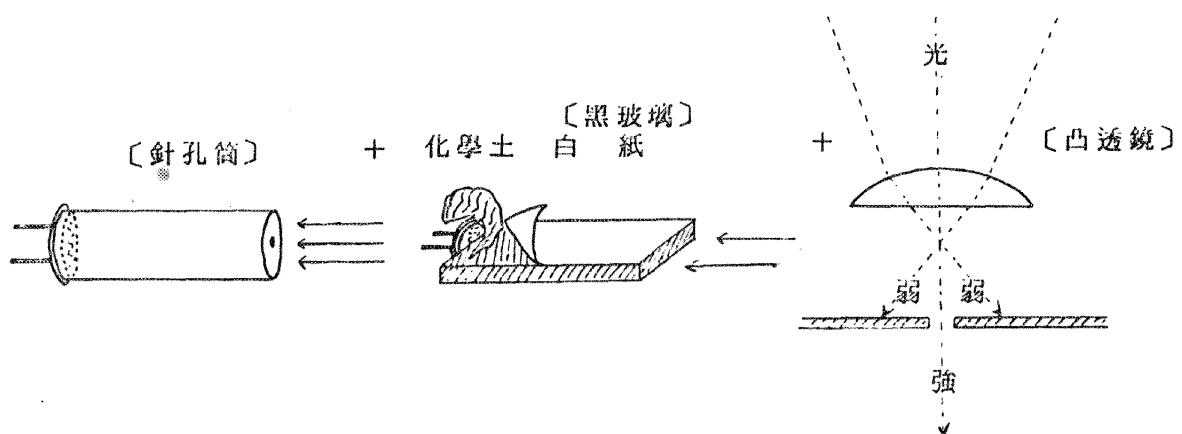
(叉)用紙筒時，可由針孔大小控制光量，但反而容易達到 255，一個天空 (圓球體) 有多少個點 (針孔)？如何有系統的蒐尋光源？

7. 實驗己：機器人眼睛試作

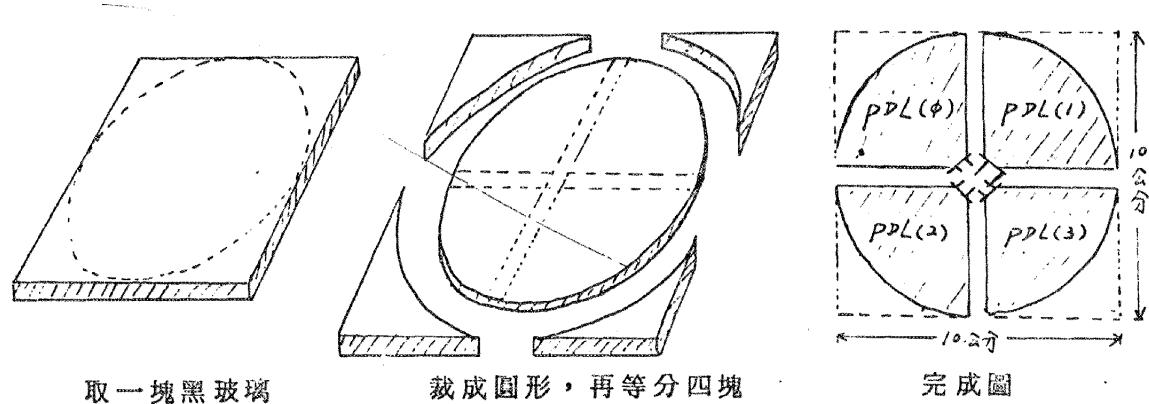
(1) 觀察昆蟲的眼睛

觀察結果：三點特徵：(1) 球形曲面。(2) 複眼。(3) 偶數對。

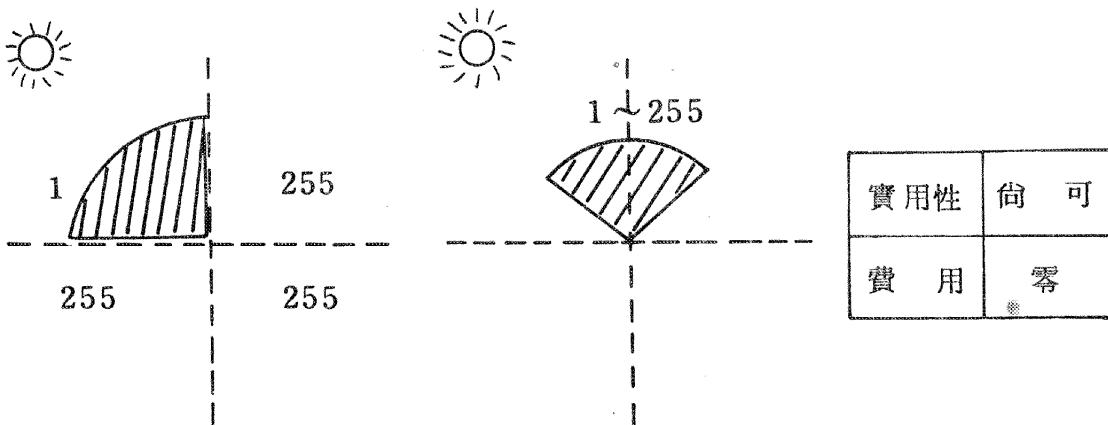
(2) 模仿昆蟲眼睛的構造



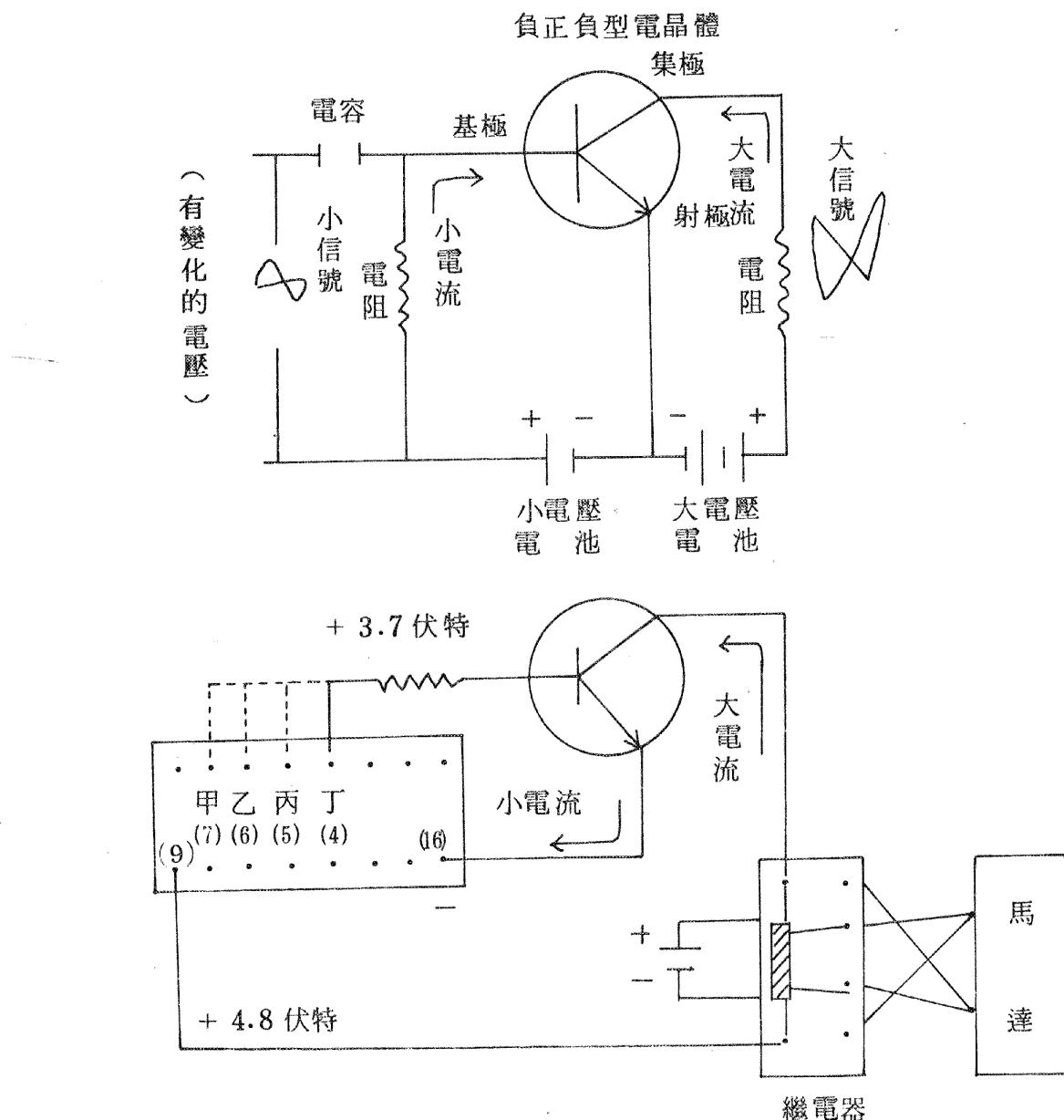
製作：



測試結果：



8. 實驗庚：讓電腦發號施令，並且接上手脚（小馬達）



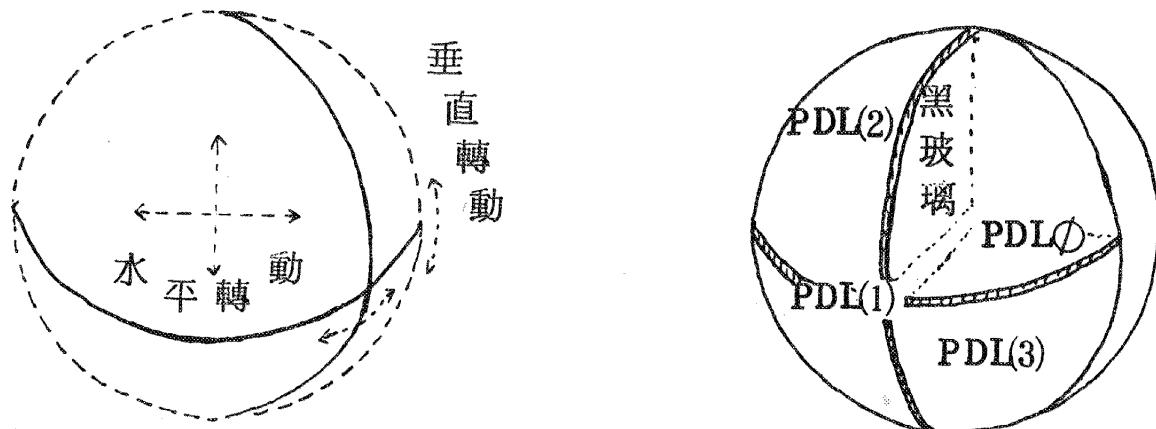
(1) 從實驗丙、丁得到四條輸出線、輸出最大電壓是 3.7 伏特，試將它直接接上小馬達或小繼電器，結果無法啓動，原因是電流太小。

(2) 利用電晶體放大電流（見中華兒童科學畫刊 63 期 21 頁）
實驗結果：成功啓動小繼電器，使小馬達轉動或停止。

9. 實驗辛：嘟嘟號構造的藍圖和電路網路構想。

(1) 參考科學雜誌中的「極坐標型」機器人圖片。

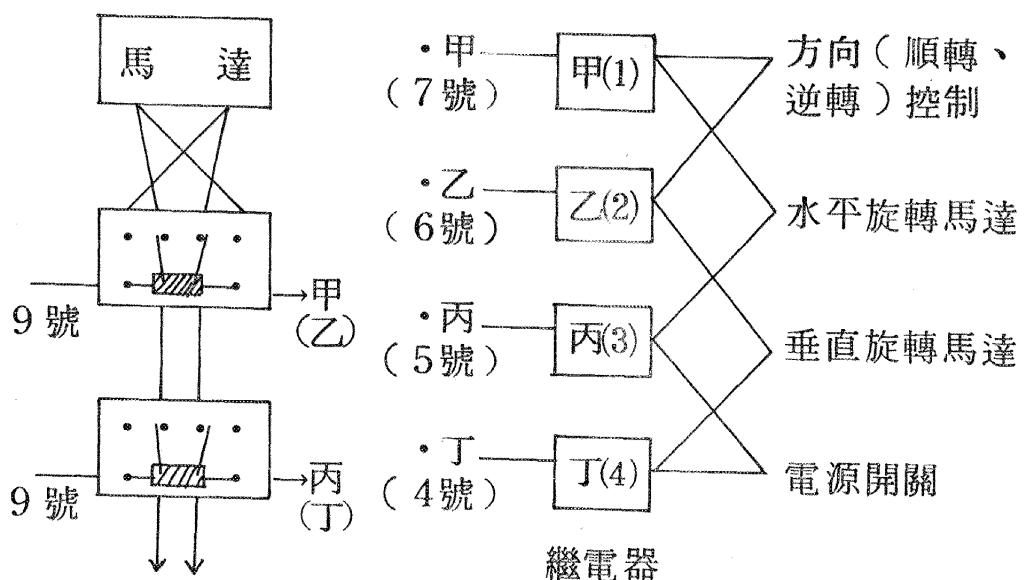
構想：



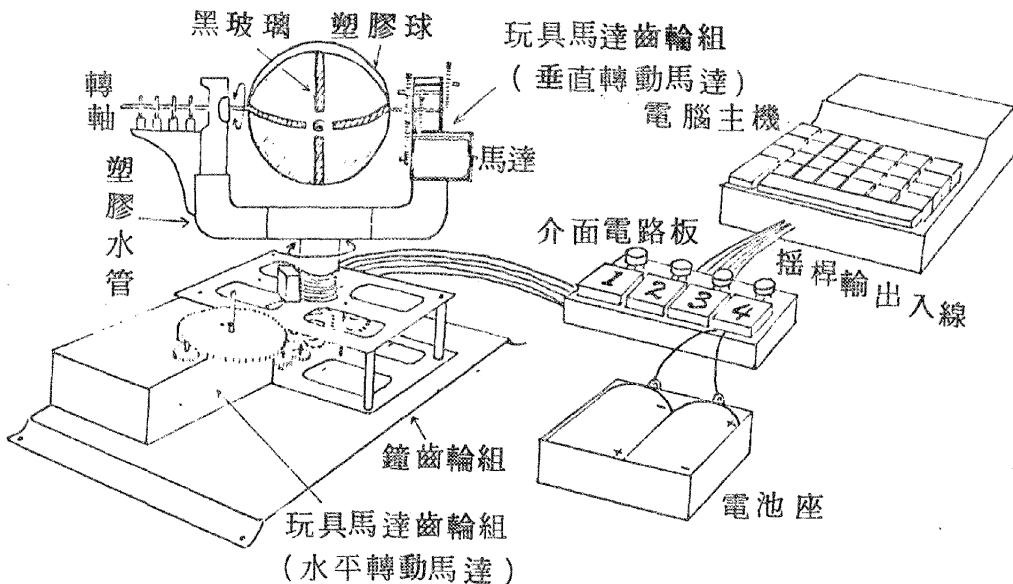
（根據實驗乙、己結果）

因此只要兩個小馬達分別傳動水平轉動和垂直轉動就可以掃瞄整個天空了。掃瞄方法：面→線→點。

(2) 四條輸出線的網路構想。

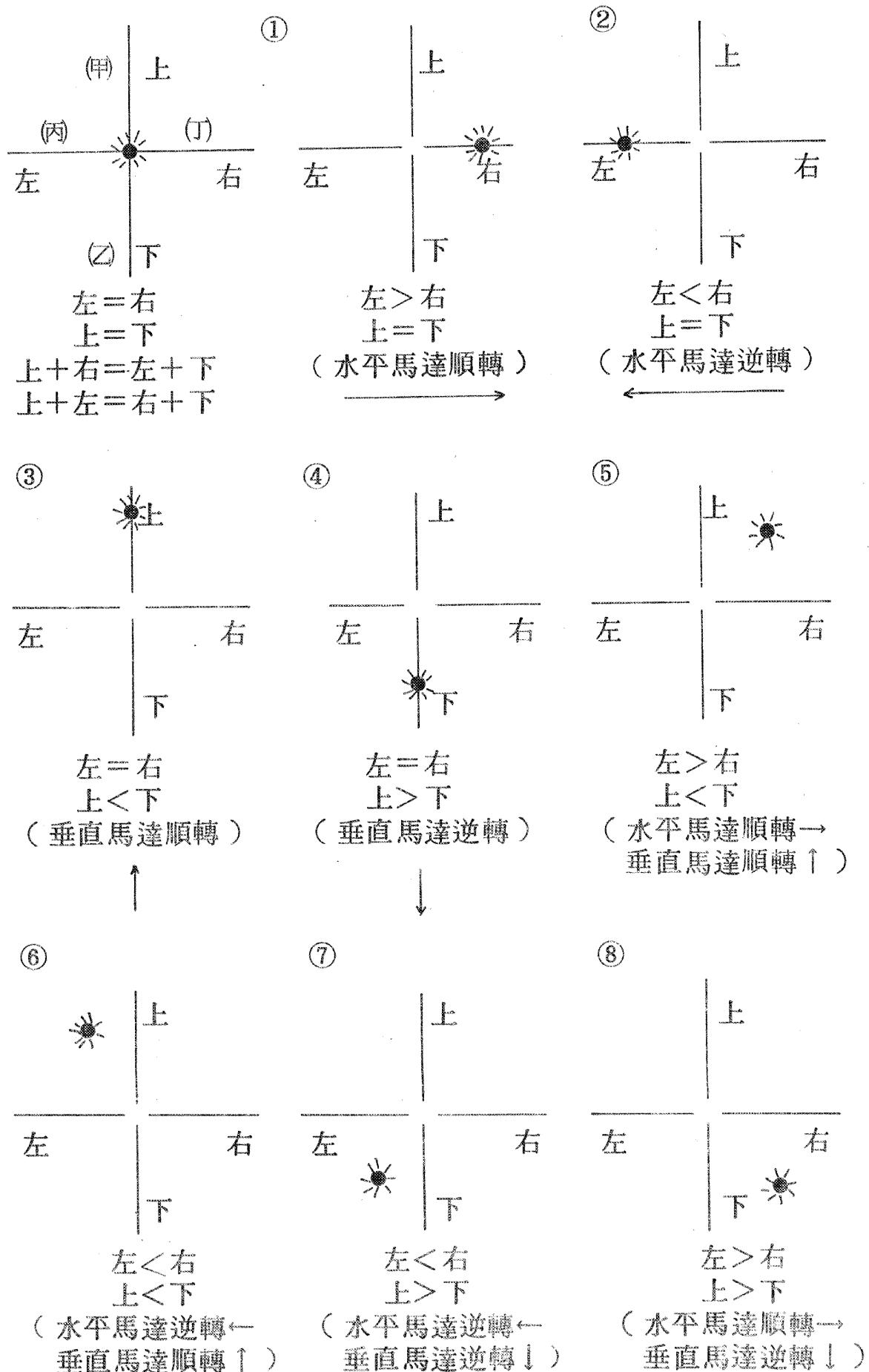


(三) 嘟嘟號的製作：除了實驗辛的掃瞄眼睛以外，其餘部分是用強力膠將現成的玩具馬達齒輪組、鐘齒輪組等拼湊而成。



五、研究結果

- (一) 嘟嘟號可依多種方式搜尋天空的太陽，程式可因人而異。
- (二) 小繼電器可接大繼電器，因此嘟嘟號也可控制大馬達，同步帶動大機器。
- (三) 嘟嘟號是屬於「程式控制智慧型機器人」，可改裝成防盜器、警報器、救火器等等多用途，可塑性很大，趣味性很高。
- (四) 初步瞭解了如何使家用電器自動化的簡單方法，這對將來把自己家裏的鰻魚池「養殖自動化」理想定下良好的基礎和信心！
- (五) 在如何搜尋太陽的方法中，老師指導利用小學數學的圖形對稱和自然課的運動的相對性（影子的另一邊便是太陽），研究出一種方法“對稱比較等式判別法”：
 - 1 首先將天體明暗分成八等分，即是亮四和暗四。然後讓電腦判別明暗（最亮 ϕ ，最暗 255），轉向亮四面。
 - 2 無論嘟嘟號轉向亮四面的那一個方位，都可以用比較等式判別（上、下、左、右），每兩個相互比較，是則不動，否則比較數字大小，再決定馬達順逆轉。



3. 限於篇幅和研習時間，程式不列出，歡迎批評指教。

六、討 論

(一)用電視機做監視器，嘟嘟號操作時，螢幕會受到干擾不清，原因不明。尚待以後深入研究。目前懷疑是電晶體功能不夠？還是電鈴輸出線上的電阻數目不合？

(二)四個繼電器一起啓動時，會造成螢幕輸出的干擾現象，只要按

[CTRL] **[RESET]** 或 **[TEXT]** 即可復原。解決此現象方法

有二：

- 1 程式設計時需儘量避免同時啓動四個繼電器。可使用分段式（先水平後垂直，或先垂直後水平轉動）。
- 2 逐漸增加電鈴輸出線上的電阻數目，直至現象消除。

七、結 論

(一)我終於突破了限制國民小學製造機器人的瓶頸！(實驗庚、辛)

(二)無論太陽在 360° 空間的那一個方位，嘟嘟號都能很正確的對準並能隨機追蹤太陽。

(三)老師指導模仿DNA(生命設計圖)結構，設計出的自動化程式非常成功。希望各位小朋友也來試試看，有趣又好玩喲！

八、參考書籍

(如研製過程與方法中所記載)

評 語

這是相當複雜的一個系統，一般而言，不是小學生可了解的，但是此位小朋友，在電腦操作及程式上相當熟稔，對一般工科之常識，也涉獵其廣。對這麼複雜的系統，能了解已是難能可貴，更難得的是對程式的了解十分突出。