

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

080838

以樂高電子積木設計自動化控制溫室系統

學校名稱：花蓮縣花蓮市明恥國民小學

作者： 小六 林柏丞 小六 黃振宸 小五 徐 昀 小五 余冠霖 小五 周鈺傑 小四 林尹晴	指導老師： 劉得煒 許美華
---	---------------------

關鍵詞：樂高 溫室 自動化

## 摘要

### 以樂高電子積木設計自動化控制溫室系統

本研究旨在設計一個可以自動化控制以調節恆溫的溫室裝置。

我們利用樂高電子積木 Mindstorm 系列的積木先組裝成履帶形式的升降裝置，再將透明盒蓋結合在履帶上，因為樂高電子積木的馬達可透過齒輪帶動履帶將盒蓋作升降動作，另外再以 Mindstorm 的圖像化設計介面寫出可判斷溫度範圍的控制程式，以溫度計作為感測溫室內溫度的感應器，並將所偵測到的溫度數據交給程式去執行判斷，就可以將模擬溫室的盒子內維持我們需要的溫度範圍。

**關鍵詞：**樂高、溫室、自動化

# 以樂高電子積木設計自動化控制溫室系統

## 壹、研究動機

六年級的自然與生活科技和社會課都不約而同的上到了地球環境的問題等單元，其中老師有提到了所謂溫室效應，並解釋何謂溫室。另外我們在學校的資訊科學社團學到了樂高電子積木套件的程式設計觀念，我們就想到以人工智慧機器人的控制方式去設計自動化控制的溫室，或許可以研究出能夠自動調節溫度的植物栽培環境。

## 貳、研究目的

利用樂高電子積木完成可以自動調節氣溫的植物栽培溫室。

## 參、研究設備及器材

- 一、樂高電子積木(MindStorm RCX 系列)一套(外加專用溫度感應器一個)。
- 二、自製會發熱燈泡的檯燈一個，以紙杯內貼上銀色膠帶作為反射聚熱用。
- 三、桌上型個人電腦一套。
- 四、空盒(原為透明，內貼黑色膠帶以吸收熱)和透明塑膠蓋子。
- 五、小盆栽一個(可以放入空盒並蓋上透明蓋子)。

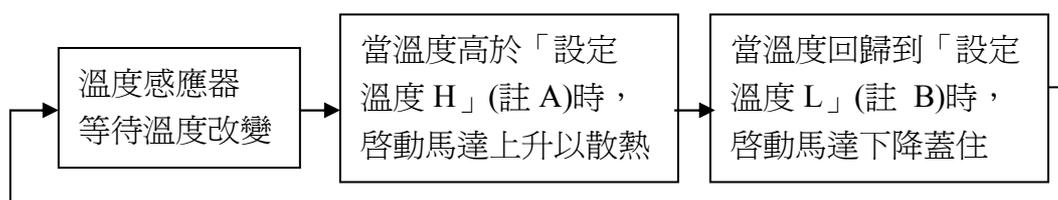
## 肆、研究過程與方法

- 一、準備一個透明塑膠空盒作為溫室的基本結構，可以放入小型盆栽，模擬一個小型的人工植物栽種環境，如附圖<圖一>。
- 二、將樂高電子積木的馬達零件作為溫室上蓋的升降動力來源，配合積木結構設計，以履帶方式控制升降結構部份，如附圖<圖二>。
- 三、用膠帶黏貼，將溫室的透明上蓋與履帶部分結合，如附圖<圖三>。
- 四、將溫度感應器接上樂高電子積木程式盒，然後將溫室盒鑽孔，將溫度感應器由孔放入透明溫室盒內，如附圖<圖四>。
- 五、設計電腦程式，將控制程式傳輸至樂高電子積木盒內，如附圖<圖五>。

## 伍、研究結果

本研究最重要的部份，就是設計出控制程式，幸好樂高電子積木的程式設計是圖形化介面，簡便易學，並可以馬上利用紅外線傳輸將程式傳送到積木內，立即檢查機械結構有無正確運作，如有錯誤或不符合需求可以馬上修正。

溫室控制的程式基本概念流程如下：



因為我們先假設環境的溫度一直都比溫室內的溫度還低，由於模擬日光的燈泡將熱源照入密閉的溫室盒內，盒內溫度可以持續升高。但是當溫室內的溫度超過「設定溫度 H」時，表示溫室內溫度過高，所以必須將盒蓋打開，以環境溫度的空氣來冷卻溫室盒內的溫度。然後當溫室盒內溫度低於「設定溫度 L」的時候，表示溫室內的溫度不夠高，就讓盒蓋蓋上，再利用燈光熱源將盒內溫度升高。

通常來說，「設定溫度 H」即溫室內的溫度上限，「設定溫度 L」即溫室內的溫度下限，為了維持溫度在固定範圍內，我們利用馬達去控制盒蓋的升降，利用蓋住後的光源透過透明蓋去升溫，利用開蓋後的環境空氣冷卻以降溫。

最後我們完成的程式如附圖〈圖六〉。

經過設計的自動化控制溫室，我們能將溫室內的溫度控制在一定範圍之間。

註 A：「設定溫度 H」必須配合燈光所能增加的熱度來設定溫度，經過多次實驗之後我們將上限溫度定為 30 °C。

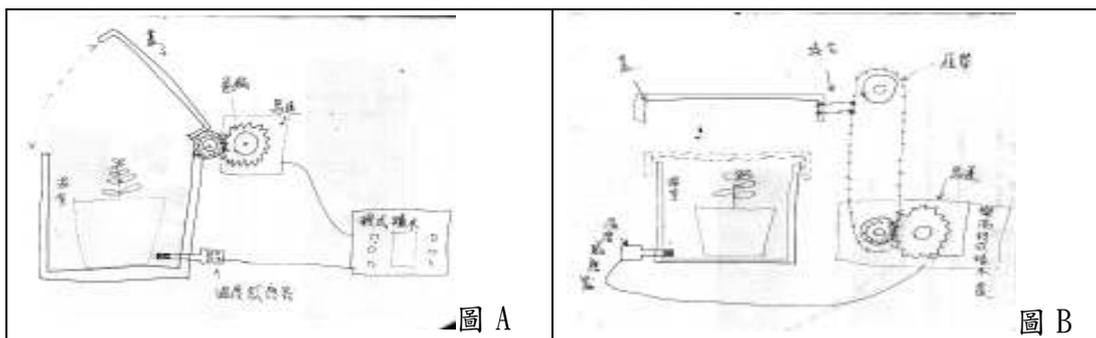
註 B：「設定溫度 L」必須配合散熱後所能降低達到的溫度來設定，經過多次實驗之後我們將下限溫度定為 29 °C。

## 陸、討論

樂高電子積木為一多用途的可程式人工智慧學習套件，除了能以樂高積木的基本特性組裝成各種機械結構之外，也可以利用圖像化的程式設計介面，將設計好的程式透過紅外線方式傳輸到積木盒中，去控制各種我們想要設計的裝置。

溫室的維持恆溫方式主要靠發光熱源(燈泡)照射後產生的熱度，可以透過透明的盒蓋，在溫室內累積熱量，但是大部分的熱量無法再散出透明塑膠蓋子，因而使溫室內升溫。如果能利用溫度感應後去控制盒蓋打開，就能以較低溫的環境空氣去降低溫室內的溫度，達到自動化調節溫度的溫室裝置設計。

原本我們是以齒輪方式帶動軸，將軸固定住透明盒蓋，當溫度感應器接受高溫訊號時啟動馬達轉動齒輪，去帶動盒蓋打開(如下圖 A)；後來因為調整角度不容易，結構也容易脫落，才將齒輪方式更改為履帶零件，將盒蓋以膠帶固定在兩條履帶上，履帶分別以獨立的馬達轉動齒輪去帶動盒蓋的升降，以開合方式讓溫室具有利用空氣調節溫度的功能(如下圖 B)。



在自動控制程式的設計上，人工智慧的基本概念協助我們去思考解決的方法，以溫度感應器所偵測到的訊號傳送判斷程式給馬達進行啟動與反向轉動才能去控制盒蓋的升降，加上**升降的距離只能用時間去計算**，就實驗嘗試了好多次。另外，有許多問題也困擾著我們，例如履帶因為比較軟，所以要固定盒蓋不容易，而且**機械裝置運作久了就會疲乏**，必須不斷調整；還有過度下降的盒蓋有時候也無法準確蓋住，必須不斷修正**速度和時間**，因為蓋不好也會影響履帶和馬達的轉動，導致裝置用久了就會失去準確性。

不過大致上來說，我們已經可以成功的利用溫度感應的方式去設計溫室的運作，並利用所謂的人工智慧程式概念去控制溫室裝置以達到溫度調節的功能，未來有機會，我們還會繼續研究更精準的開合裝置，例如運用**光源感應器**去偵測更準確的盒蓋開合，甚至設計利用水的**加熱、冷卻或保溫**裝置等等，都是可以利用此種設備和概念去達成的。

## 柒、結論

自動化控制設備聽老師說原本是大學才能學到的課程，因為各種機械裝置的設計和製作、還有自動控制電腦程式的設計，過去都是大學以上的課程才有機會學到，現在樂高電子積木連我們小學生都可以參與設計，真的是很有意義，也希望以後的自然課程能有多一點跟新科技結合的實驗。

此外，我們也聽老師說，樂高電子積木還有各種**不同需求和用途**的感應器，例如：「**酸鹼度感應器**」、「**電壓感應器**」、「**溼度感應器**」、「**分貝感應器**」、「**氣壓感應器**」、「**角度感應器**」以及「**聲納感應器**」等等，可惜國內目前買不到這些設備，價錢也不便宜，但是美國和許多國家的小學課程都有將樂高電子積木的科學實驗設計納入課堂或未來的學習課程當中，真的很羨慕。

從此次的研究實驗中，我們學習到如何動手設計一個依照目的需求而製造的機械裝置，而人工智慧的電腦程式學習，也讓我們知道其實機器人的設計不是想像中那樣簡單，因為我們必須先**假設好各種可能出現的狀況**，然後根據狀況讓機械或程式做出反應，以控制方式達到我們想解決的問題。當實驗可能出現的狀況愈多，**所有條件就必須設想的更周全**，因為如果這些裝置真的應用在生活中，要避免出現危險，就必須**考慮到所有可能出現的意外狀況**，而這正是人工智慧或是機器人所必須不斷改良和挑戰的地方。

另外，要將電腦程式的運作傳送到實際的機械裝置上，我們還必須考慮各種機械裝置可能發生的問題，例如：「**機械的老化與故障**」、「**機械的磨損或偏離**」、「**機械的保養和維護**」等等，真的是一個必須手腦並用的電腦化自然科學實驗，非常富有挑戰性和創造性，我們也很高興能夠參與和學習這種未來世界最 in 的實驗設計。

## 捌、參考資料

- ◎大衛.傑佛瑞著，林好容翻譯，人工智慧，第一版，稻田出版有限公司，民國 92 年。
- ◎牛頓版 95 學年度國民小學自然與生活科技課本第 8 冊(六下)
- ◎機器人學院網站 <http://www.erobot.com.tw/>
- ◎樂高電子積木原廠官方網站 <http://mindstorms.lego.com/>
- ◎植物的安樂窩--溫室模型製作網站  
[http://www2.hkedcity.net/sch\\_files/a/kws/kws-solar/public\\_html/stud\\_greenhouse.htm](http://www2.hkedcity.net/sch_files/a/kws/kws-solar/public_html/stud_greenhouse.htm)
- ◎LEGO Dacta™ Projects  
<http://diamond.lexingtonma.org/coalition/legodactaprojects.html#1>
- ◎Middle School Engineering with LEGO and LabVIEW  
<http://130.64.87.22/ldaps/htdocs/publications/presentations/mit.ppt>
- ◎MU Continuing Education LEGO Technology  
<http://davis creek.cabe.k12.wv.us/mulegototechnology3242001.htm>

## 玖、附圖

<圖一>：用一個可開蓋透明塑膠空盒模擬小型溫室。



<圖二>：將樂高電子積木的馬達、輪子和履帶等零件組合成可升降結構。



<圖三>：將空盒的透明上蓋與履帶部分結合。



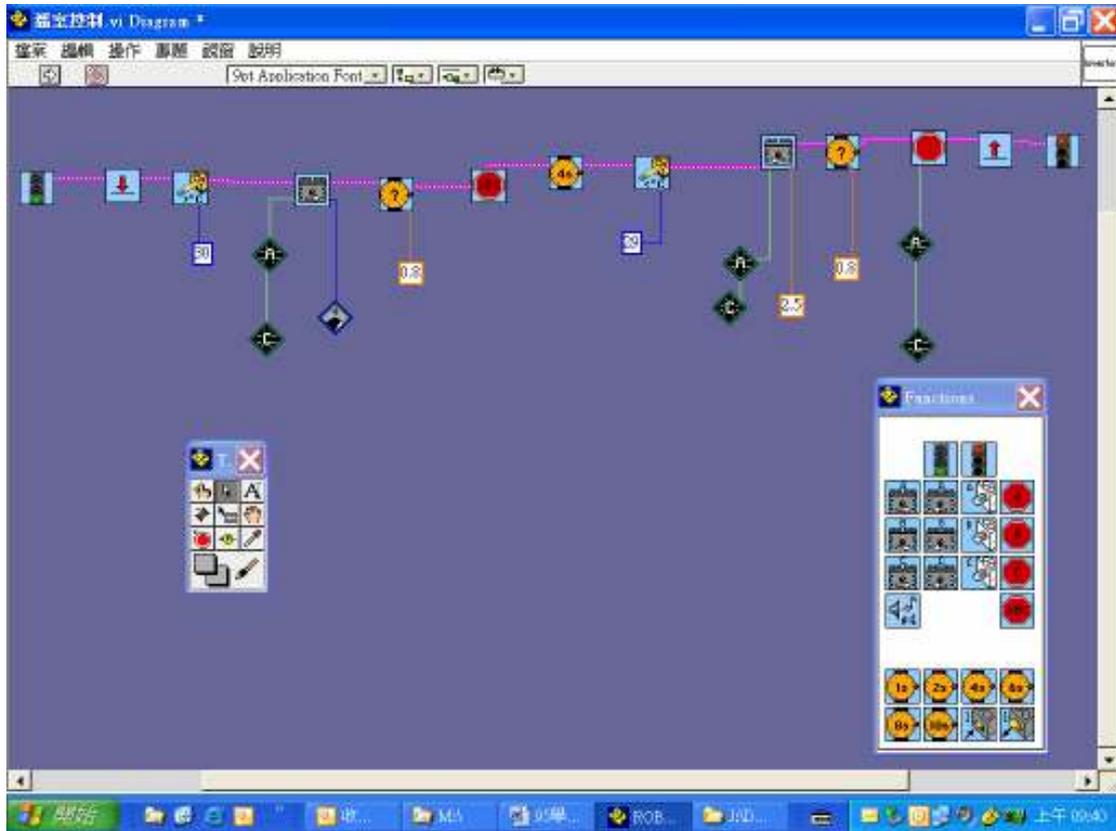
<圖四>：將透明溫室盒鑽孔，把溫度感應器由孔伸入盒內。



<圖五>：將電腦上設計好的程式傳輸到積木盒中。



<圖六>：最後完成的程式。



**【評 語】** 080838 以樂高電子積木設計自動化控制溫室系統

本作品利用樂高電子積木及馬達模組製作可控制盒蓋升降的自動化溫度感測調控系統。除了系統組合製作外，參賽隊伍設計軟體控制流程以達成溫控及自動化機械控制功能，充分展現工程設計能力，後續工作仍可朝系統功能創意設計及應用繼續努力。