

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030805

自動路邊停車系統原理探討與設計

學校名稱：桃園縣立青溪國民中學

作者： 國三 林協霆	指導老師： 鄭陽鴻
-------------------	------------------

關鍵詞：自動停車、NXT、超音波

摘 要

在地狹人稠的台灣，停車位不足，常讓駕駛人在尋找停車位的過程中常讓駕駛人分心而肇事，停車位的狹小也考驗駕駛人的停車技術。樂高公司 NXT 機器人的超音波感應器可以用來測量物體的距離，而且 NXT 的伺服馬達可以很精確的由程式控制轉動，所以便想用樂高機器人來模擬汽車，探究自動路邊停車的奧祕。

經過不斷的觀察與測試後，終於能以模擬車模擬自動停車，雖然功能與人工停車較差，需要較大的停車空間。但若能提升超音波感應器功能，配合程式修正，相信一定可以提升自動停車的功能。

壹、研究動機

在地狹人稠的台灣，交通問題往往成為都會居民生活的一大困擾，而交通問題中尤以停車問題最讓駕駛人頭痛。停車位不足，常讓駕駛人在車陣中苦苦尋覓，在尋找停車位的過程中常讓駕駛人分心而肇事。而好不容易找到停車位之後，卻又因停車位的狹小而考驗駕駛人的停車技術。所以在歷年的汽車展覽會中，經常可以見到自動停車技術的展示。這些先進技術的運作原理令我非常好奇，經常在我的腦海中思索而不得其解。在一次偶然的機會中我接觸了樂高公司 NXT 機器人，發現其中有一種超音波感應器可以用來測量物體的距離，而且 NXT 的伺服馬達可以很精確的由程式控制轉動，所以便想用樂高機器人來模擬汽車，探究自動路邊停車的奧秘。

貳、研究目的

根據 YouTube 中所搜尋到的某高級轎車的自動路邊停車廣告影片所顯示，當駕駛按下自動停車按鈕後，這種品牌的車子便開始自動搜尋路邊的停車位置，當發現合適的停車位置後，便開始自動停入停車位置。

所以本研究便以此段影片為依據，將本研究之目的訂立如下：

- 一、計算自動路邊停車所需的最小停車面積
- 二、建構自動路邊停車模式
- 三、以樂高 NXT 模擬自動停車

參、研究設備及器材

Toyota Corolla Altis 汽車、筆記型電腦、 LabVIEW 8.5、 樂高 NXT9797 機器人組、樂高 9648 機器人零件補充組、NXT-G 機器人控制程式開發軟體、游標卡尺、直尺、量角器、瓦楞板

肆、研究過程與方法

- 一、調查目前汽車大小取得長與寬尺寸

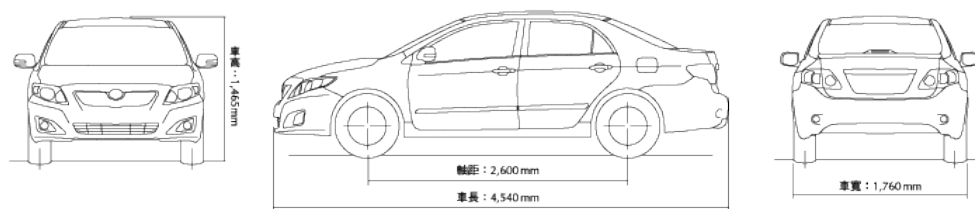
（一）上網搜尋最近汽車銷售的情形，並以銷售量最大的車款做為本實驗的標準車型。經搜尋結果 2007 年國產車銷售冠軍為 Toyota

Corolla Altis，因此本次實驗決定以此車型作為設計的模型（圖一，取自www.toyota.com.tw）。

- （二） Toyota Corolla Altis 車長 4540 mm，車寬 1760 mm，最小迴轉半徑 5.3 m，寬與長之比約為 1:2.58。為了方便計算將車長取約數 4500 mm，車寬取約數 1800 mm，如此便可取得寬與長的整數比 2:5。

二、計算在自動路邊停車情況下，與前車的最小距離

- （一）若依照目前由駕駛自行操縱的方式停車，需要較多的修正動作較為複雜，若要模擬這種停車方式，不論是器材設備或程式設計能力可能都不是我能做到的。因此，我必須將這種人工停車的方法簡化，改為汽車以最小迴轉半徑倒車，直接停入停車位置。如此，雖然所需的停車位置較大，但停車的程序較為單純，比較適合我的研究能力。
- （二）繪製停車的示意圖（圖二），以最小迴轉半徑繪內圓，以最小迴轉半徑加車寬為半徑繪外圓，兩圓所形成之中空圓，即為汽車以



圖一

最小迴轉半徑迴轉時之路徑。停車位置則在此圓之最底部並與兩圓相切。

- （三）當汽車欲停入停車位置時，只需將汽車以倒車方式駛入此最小迴轉路徑以順時針方向迴轉，即可順利將汽車停入停車位置，不致與前車發生碰撞，而可供停車的最小長度則為車長加最小車距。
- （四）由（圖二）作三角形 ABC，AB 線段為停車位長度的垂直平分線，BC 線段與內圓相切，AC 線段等於外圓半徑。與前車的最小車距等於 BC 線段減二分之一車長。
- （五）經由上述，可以得到計算最小可停車長度公式如下：

$$P=(\sqrt{(R+W)^2-R^2})+L/2$$

P:最小可停車長度

R:最小迴轉半徑

W:車寬

L:車長

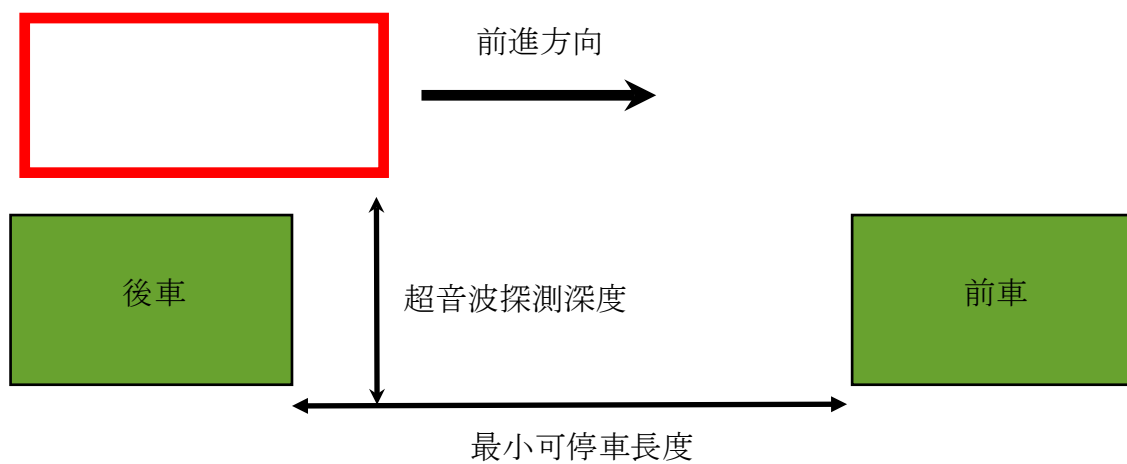
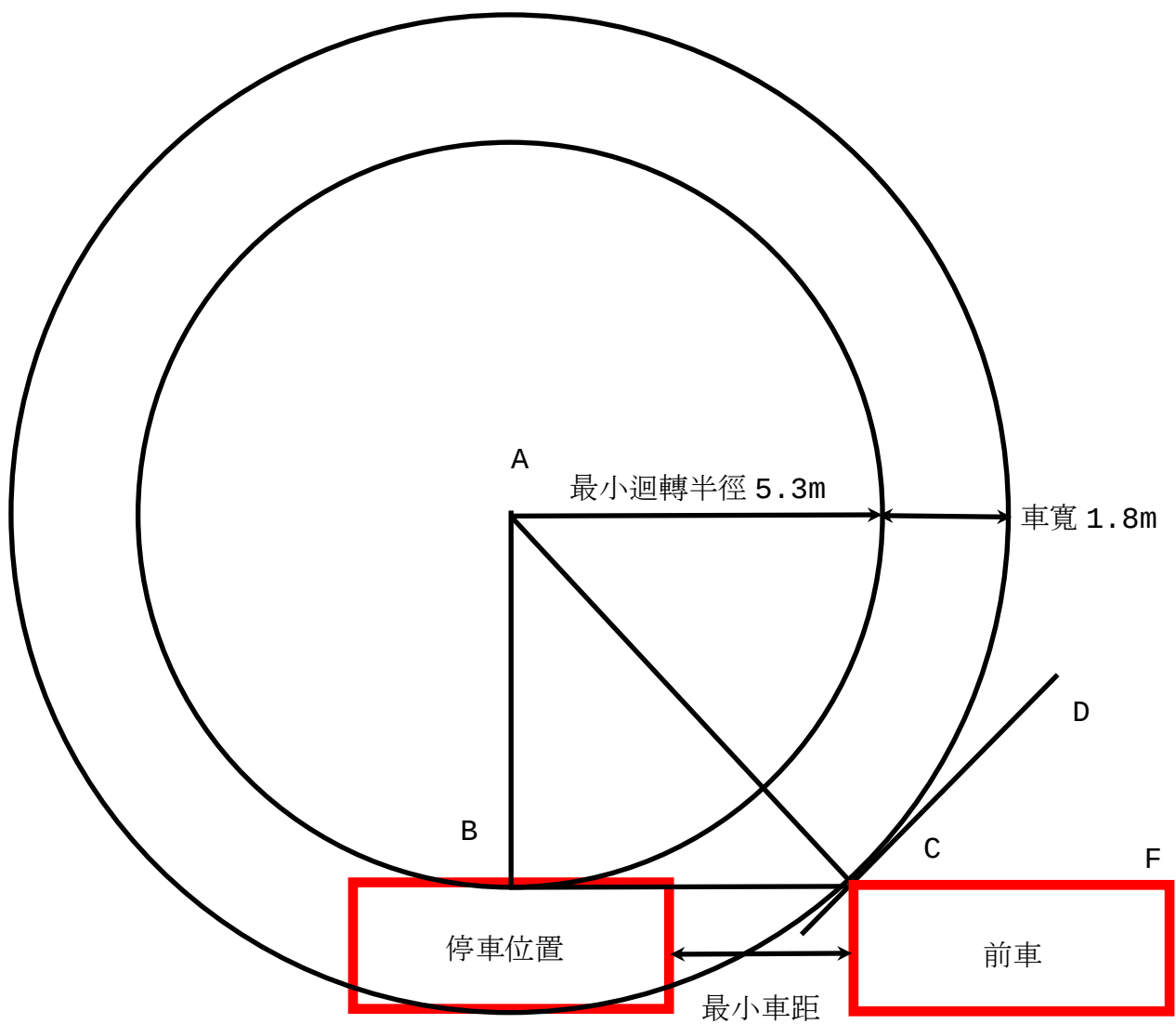
(六) 當汽車要以最小迴轉半徑停入停車位置時，與前車所夾的角 DCF

公式如下：

$$\text{角 DCF}=180-\arcsin(R/(R+W))-90$$

R:最小迴轉半徑

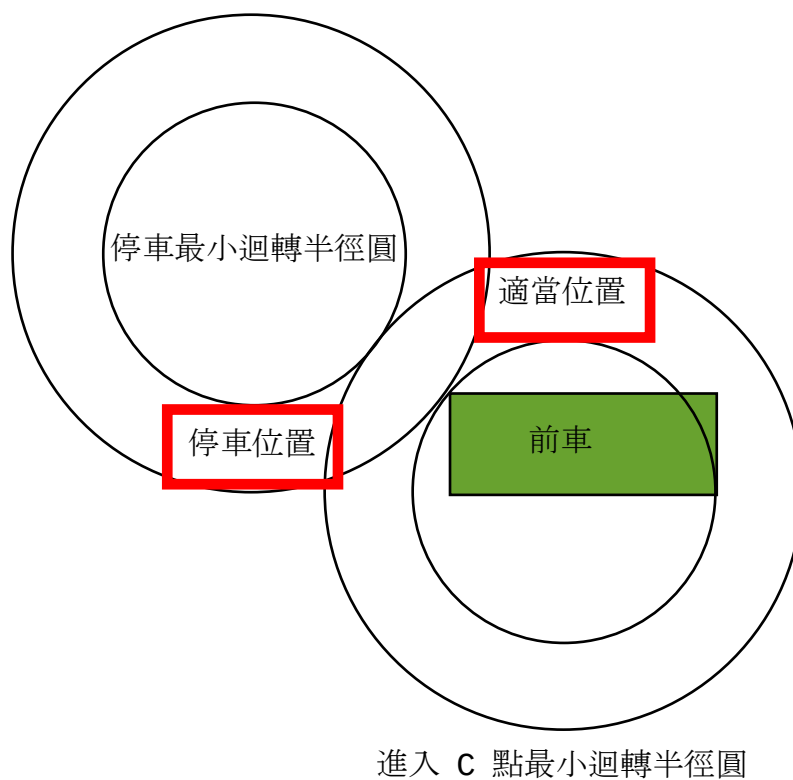
W:車寬



三、建立自動停車之步驟

依 YouTube 的自動停車影片，我將自動停車步驟簡化為以下四步驟：

- (一) 以超音波感應器探測路邊的停車空位，只要測出深度大於車寬的位置長度大於最小可停車長度，即可以自動停車的方式將車停入停車位置（如圖三）。
- (二) 啟動自動停車步驟，倒退汽車進入適當位置（如圖四）。
- (三) 以最小迴轉半徑逆時針方向倒迴轉汽車，以進入停車時所需之迴轉位置圖二 C 點。
- (四) 到達圖二 C 點位置後，以最小迴轉半徑順時針方向倒迴轉汽車，待汽車到達圖二 B 點位置即可。



圖四

四、測量自動停車時各步驟汽車需移動的距離與轉動的角度

為了證明簡化的自動停車步驟可行，我特地以 Toyota Corolla Altis 實車作自動停車模式實際模擬，目標為汽車要以研擬的自動停車方式停入停車位置，且過程中不做人工修正，經過反覆測試得到以下數據。

（一）倒車時與前車間隔 2.2 m 約 1.5 倍車寬（圖五）。



圖五

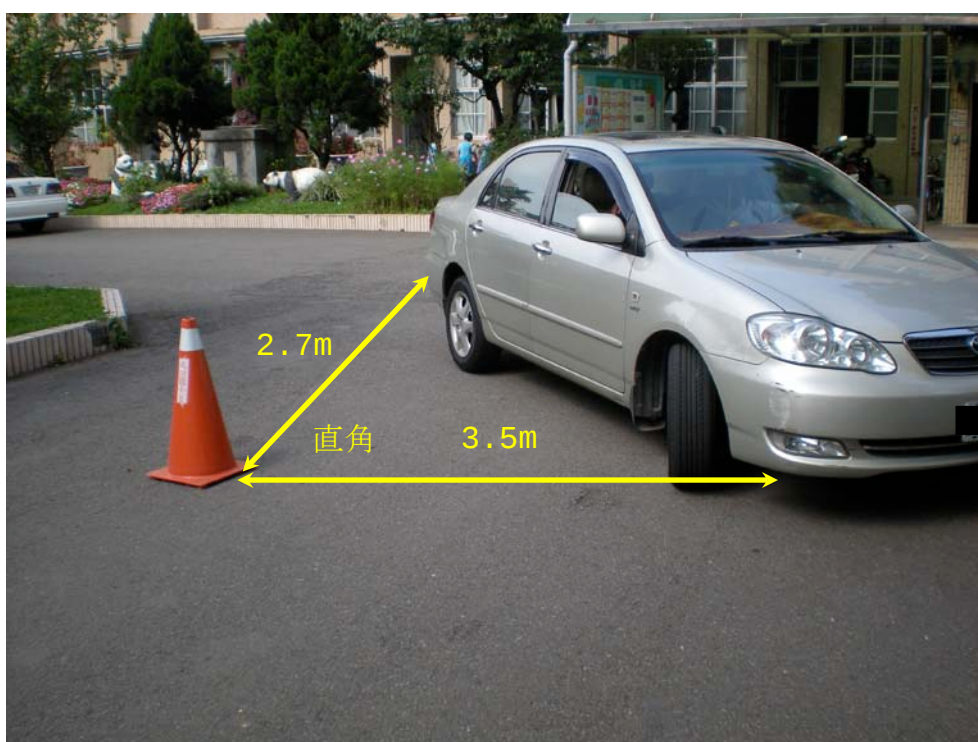
（二）車尾距前車尾 0.7m 時停止直線倒車，開始以最小迴轉半徑逆時針方向迴轉倒車（圖六）。

（三）進入停車最小迴轉半徑時，車頭距前車車尾 3.5m ， 車尾距前車車尾 2.7m ， 成一直角三角形（圖七）。

（四）以最小迴轉半徑順時針倒車迴轉即可將汽車停妥，停妥候車頭距前車車尾 8m（圖八）。



圖六



圖七



圖八



圖九

五、利用樂高機器人組裝模擬車

由於本研究是以樂高積木組裝模擬車，只能以堆疊的方式組合，無法裁切，所以無法製作將實車以固定比例縮小的模擬車，僅能製作車長與車寬比為 5:2 的模擬車。組裝過程中使用的重要零件說明如下：

（一）NXT Brick:

功能如同一部電腦，各種感應器所測得的資料由輸入端輸入，經運算後由輸出端控制馬達的轉動。



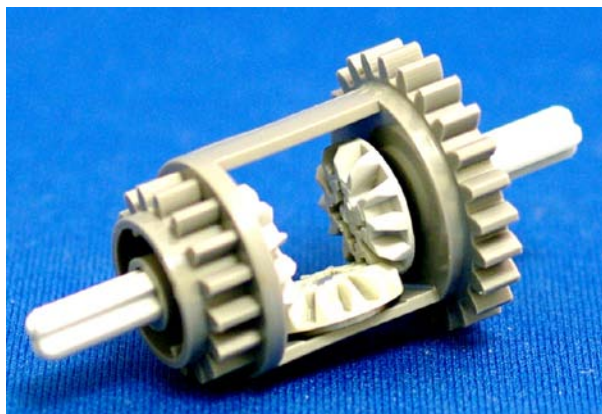
（二）超音波感應器:

主要功用在於利用超音波測量物體的距離，藉由此裝置才能測量路邊是否有障礙物，以及深度是否足以容納車子。



（三）差速器：

當汽車轉彎時內外圈車輪的轉速不一樣，所以利用差速齒輪組成差速器來調整內外輪的轉速。



（四）伺服馬達：

伺服馬達可做出較一般直流馬達更精準的轉動，除了可控制正反轉外，還可控制輸出馬力，以及轉動角度等等。



六、依據測量所得數據計算各項參數

由於模擬車並非以實車等比例縮小製作，所以必須等模擬車製作完成後才能實際測量並計算重要參數，完成後的模擬車（圖九）尺寸如下表：

車長	35
車寬	14
最小迴轉半徑	37
輪直徑	5.5
軸距	14

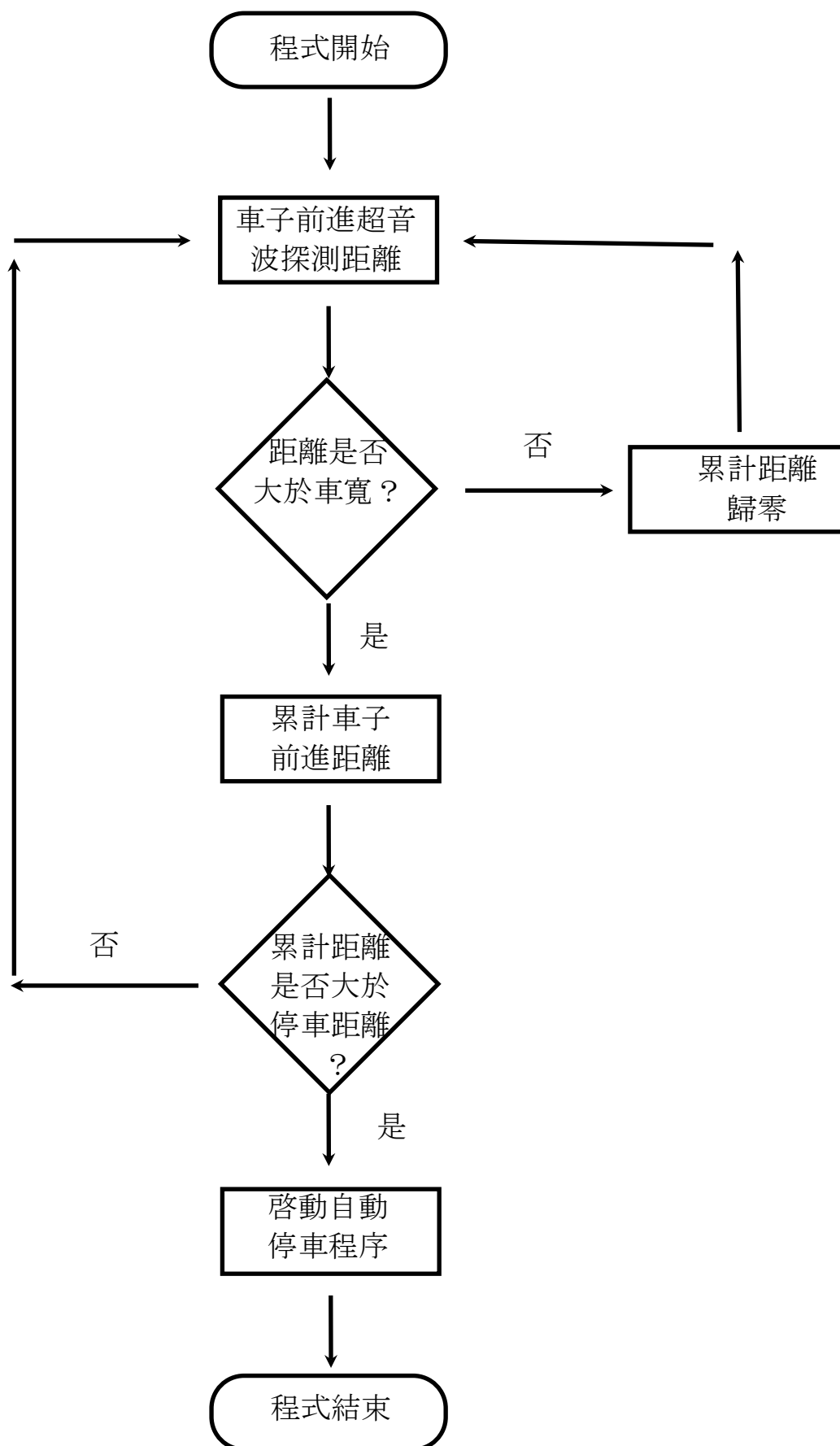
有了模擬車的尺寸後，將其代入公式中計算，得到的結果如後：

（一）將模擬車尺寸代入最小可停車長度計算公式，計算結果如下：

$$(\sqrt{(37+14)^2-(37)^2})+(35/2)=52.6 \text{ cm}$$

（二）輪直徑 5.5 cm 因此車輪每轉一圈汽車前進 17.27 cm。

（三）模擬車前進 52.6 cm 距離，超音波探測距離皆大於車寬 14 cm
即可啓動自動停車程序。



圖十

伍、程式設計

一、使用程式

本研究採用美商國家儀器公司(NI)所研發之圖形化程式 LabVIEW 8.5 。

二、程式特性

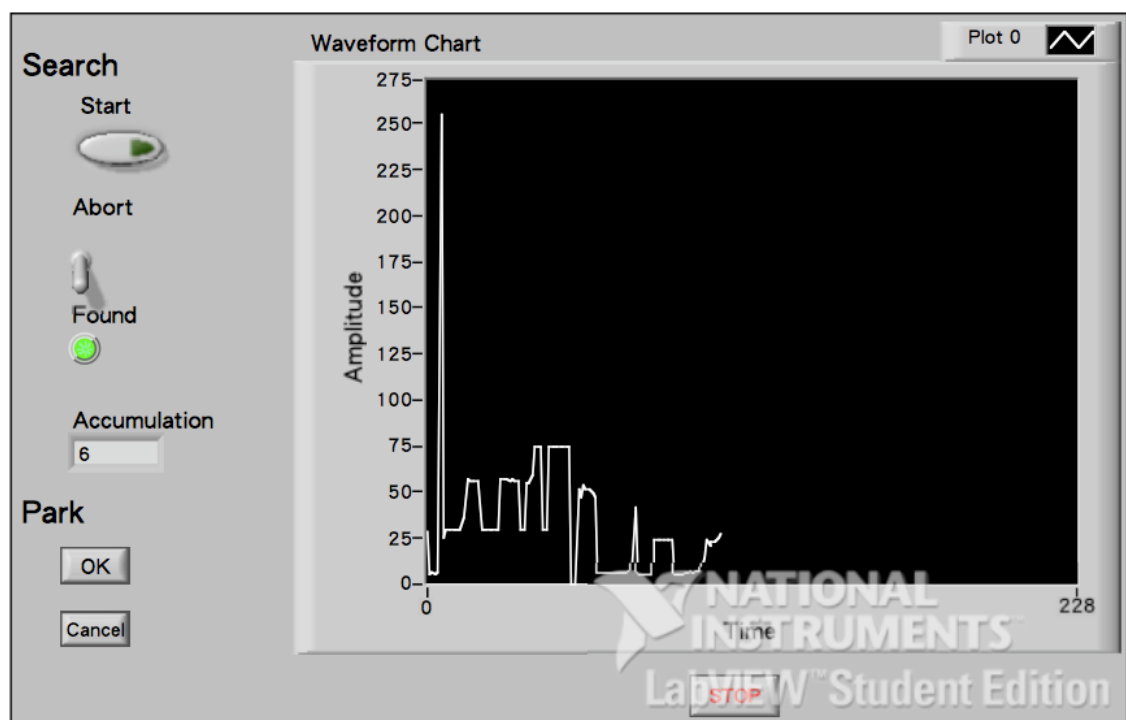
LabVIEW 8.5 可在電腦上開發出一套控制面板，利用藍牙(BlueTooth)傳輸，可將 NXT 機器人感應器所測得之資料顯示於面板上。根據面板所顯示之資訊，使用者可操作面板上按鈕將控制訊號經由藍牙傳至 NXT 機器人，命令機器人做出指定動作。

三、繪製程式流程圖

在程式設計前先將整個自動停車程序包括搜索停車位以及找到停車位之後的處理流程繪製成流程圖（圖十），藉由流程圖的流程模擬確認可行後再動手撰寫程式。

四、面板說明

為了提供駕駛較友善的使用介面，考慮駕駛的駕駛習慣，經過訪談一些有駕駛經驗的師長後，設計了以下操縱面板（圖十一），主要功能包含搜索停車位及啟動自動停車，說明如下：



圖十一

Waveform Chart:將 NXT 機器人超音波感應器所測得之距離以波狀圖顯示。

Search:停車位搜尋控制及搜尋結果顯示。

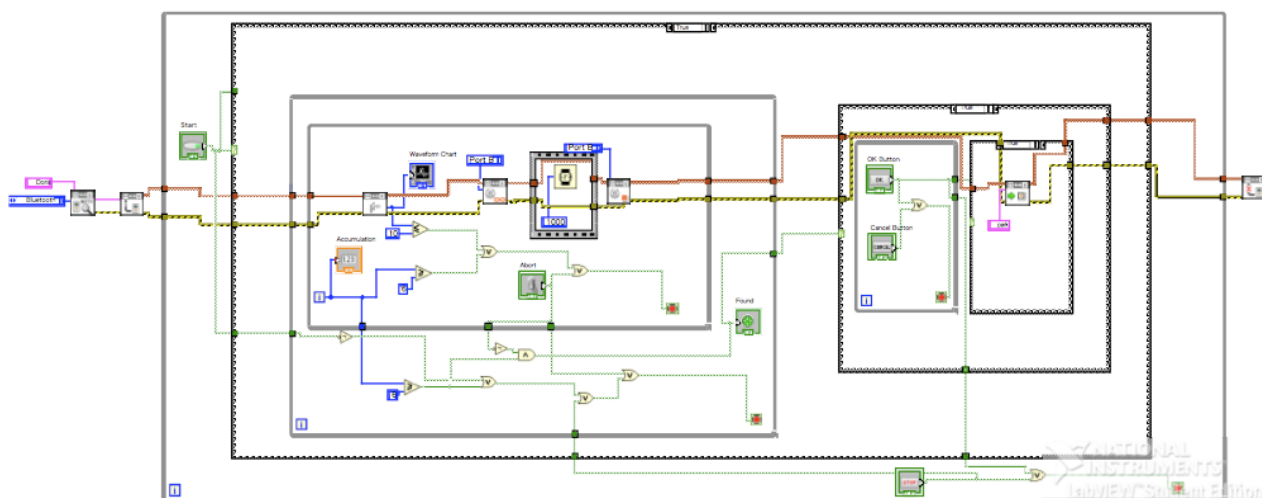
Park:停車動作控制。

STOP:終止程式。

五、控制鈕說明

按鈕	動作說明
Search/Start	啟動自動搜尋停車位置
Search/Abort	放棄自動搜尋停車位置
Search/Found	搜尋結果顯示燈，當發現停車位置時燈會亮起
Search/Accumulation	計數器，顯示超音波探測深度合格之次數
Park/OK	啟動自動停車程序
Park/Cancel	放棄自動停車程序
STOP	終止程式

六、程式

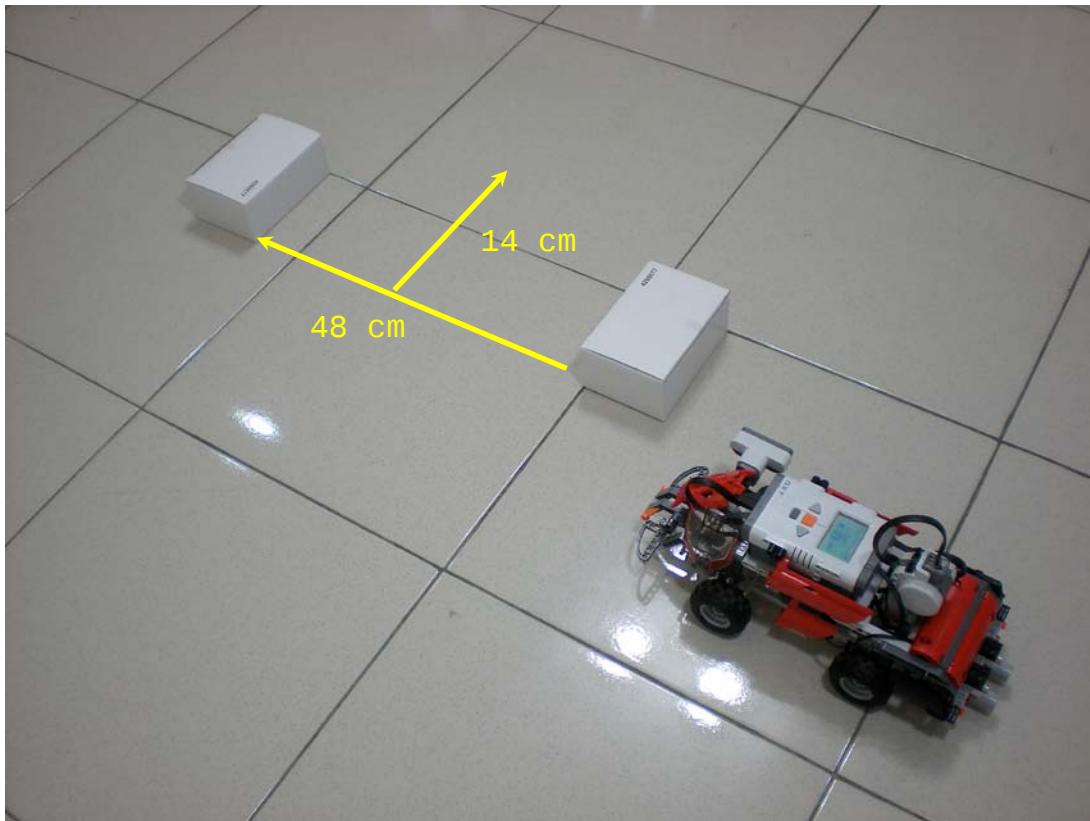


圖十二

陸、研究結果

一、自動搜尋停車位置

利用超音波感應器探測距離大於 14 cm，車輪前進距離大於 48 cm 的空位，若有符合條件的停車空位即啟動自動停車程序（圖十三）。



圖十三

二、保持間隔

啟動自動停車程序倒車時必需與前車保持五公分間隔，以免車子迴轉時與前車碰撞（圖十四）。

三、定點迴轉

啟動自動停車程序由程式控制倒車至車尾超出前車五公分時，即可以最小迴轉半徑逆時針倒車迴轉。

四、與前車成 50 度角

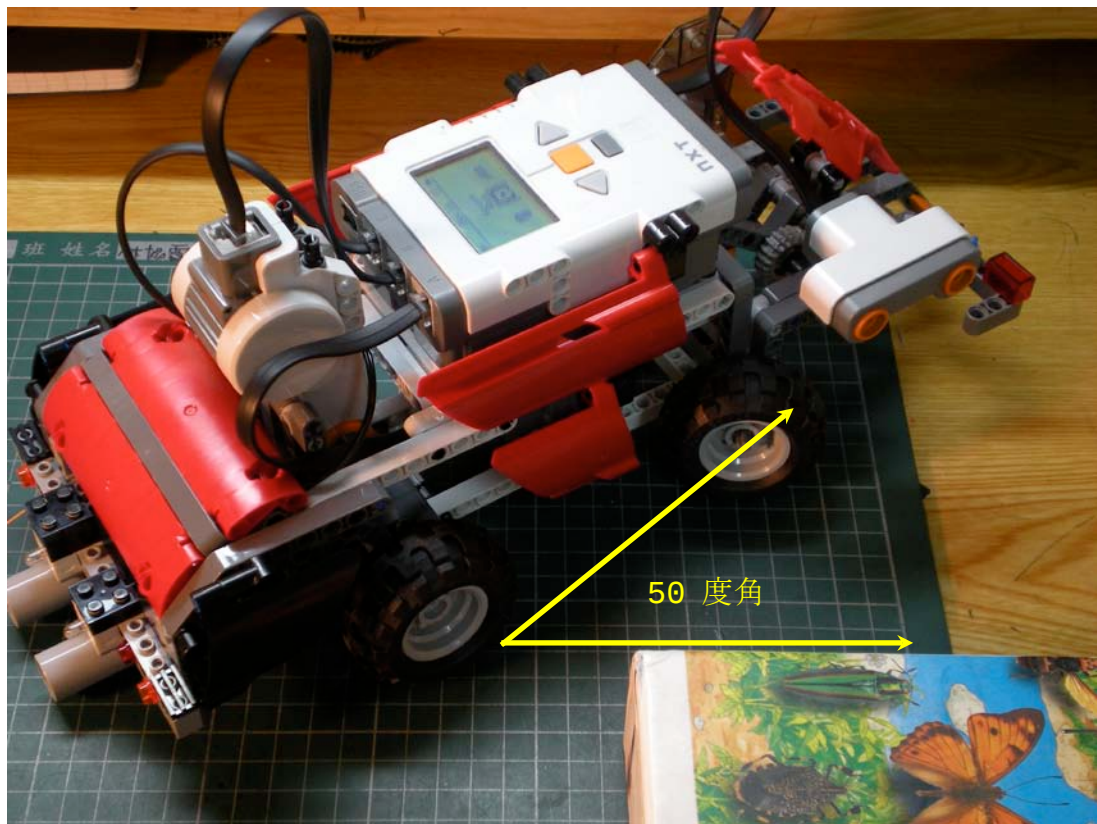
到達定點後，程式即控制車子以最小迴轉半徑逆時針倒車迴轉至與前車成 50 度角（圖十五）。

五、順時針倒車至定位

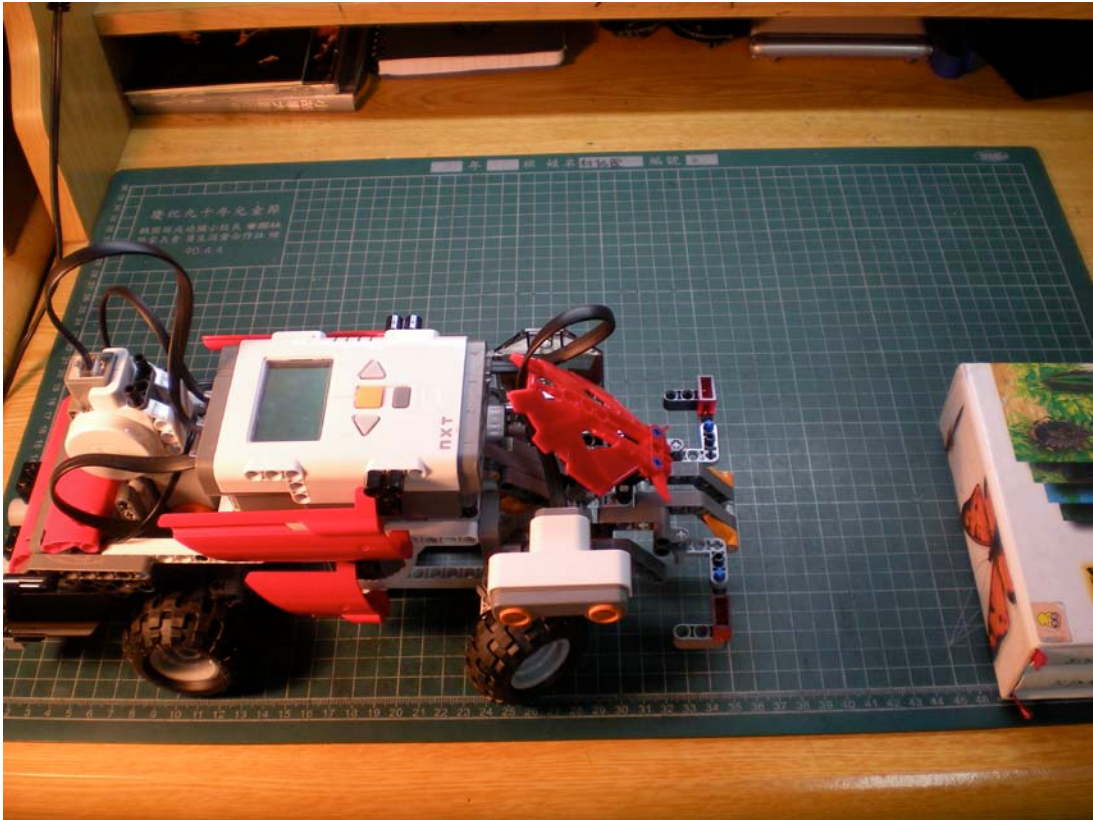
與前車成 50 度角後，以最小迴轉半徑順時針倒車迴轉與邊線對齊，即完成自動停車程序（圖十六）。



圖十四



圖十五



圖十六

柒、討論

一、模擬車與原車比例不符

因受限於樂高零件之限制，例如輪胎直徑依比例縮小後明顯過大。但本研究主要在研究自動停車之原理，對於模擬車尺寸比例問題暫時忽略。

二、自動停車所需空間較人工停車大

為簡化程式設計以及受限於超音波感應器的準確度與數量，本研究均以最小迴轉半徑做迴轉，先以逆時針倒車至定位再順時針倒車至停車位置，以簡化停車過程。若超音波感應器能改善，再深入研究停車程序，相信一定可以改善此問題。

捌、參考文獻

1. The LEGO MINDSTORMS NXT One-Kit Wonders: Ten Inventions to Spark Your Imagination by James Floyd Kelly, Matthias Paul Scholz, Christopher R. Smith, Martijn Boogaarts, Jonathan Daudelin , No Starch Press.
2. The LEGO MINDSTORMS NXT Zoo!: A Kid-Friendly Guide to Building Animals with the NXT Robotics System by Fay Rhodes , No Starch Press.
3. The Unofficial LEGO MINDSTORMS NXT Inventor's Guide by David J. Perdue , No Starch Press.
4. www.youtube.com

【評語】 030805

- 1.以數學公式計算，配合樂高實作，電腦控制，具有一些創意。
- 2.目前實作方式是一次倒車到位，而實務上可能需要多次來回倒車，未來也許可再朝設計來回多次倒車程序進行研發。