

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

組別：遙控組 自動組

指導老師：李聯旺 博士

學校名稱：龍華科技大學

隊伍名：TDK Pathfinder-Sojourner

(School : Lunghwa University of Science and Technology) (Team name : TDK Pathfinder-Sojourner)

### ※內容需中、英對照※

#### 壹、參賽隊伍人員：

##### 一、指導老師

李聯旺 (Lian-Wang Lee)

##### 二、組員

周冠宇 (Guan-Yu Jhou)

張耀文 (Yao-Wen Chang)

楊承翰 (Chang-HanYang)

許博超 (Po-Chao Hsu)

#### 貳、機器人簡介

##### 一、構想與策略分析

##### 構想：

近年來全球大型災難不斷發生，如日本的311 大地震，台灣的88 水災與921 大地震等...這些災難最常見的事情就是救難人員的不足，所以在與專題指導老師討論後，這學年的專題研修題目就是要完成一台智慧型救災機器人的設計與製作，藉由在龍華科技大學機械系所學的專業技能，集合四人之力量完成智慧型救災機器人原型

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

機的設計與製作，經由專題製作的訓練後，未來希望能有機會更進一步設計出實用的智慧型救災機器人，可以達到短時間內自動化救災與減少人員傷亡的目標。剛好此次第16屆TDK盃全國大專院校創思設計與製作競賽的主題剛好為救災機器人的設計與製作，因此為了驗證我們所設計的智慧型救災機器人之救災能力，在獲得學校的推薦後，我們就報名參加了本屆的TDK創思設計與製作競賽。

### 命名緣起：

西元1997年7月4日美國NASA火星任務的先行者，即火星拓荒者(Pathfinder)成功在紅色行星登陸並旅行。拓荒者部署了有史以來的第一輛自動化漫遊車，稱為旅居者(Sojourner)用來探索神秘的紅色星球。龍華科技大學機械系是第一次參加TDK競賽，因為第一次參加所以我們所設計的智慧型救災機器人取名為：拓荒者，希望能跟NASA火星任務的先行者一樣能順利通過TDK訪視成功登陸參與比賽。又因我們選擇參加了自動化組，與旅居者一樣需具有自動化控制的能力，所以我們所設計的智慧型救災機器人，最終命名為：『拓荒旅居者』—『Pathfinder- Sojourner』。

### 策略分析：

規劃闖關之順序依序為土石流區、淹水區最後再到山崩區。以下將簡略介紹各區之闖關方式。

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

### 土石流區：

該區為救災機器人的闖關第一站，先以循跡方式行進並藉由超音波感測器來避障，比賽前先藉由自行製作的場地模擬對手的障礙放置位置進行模擬避障練習，以便能順利通過各種障礙並至後方救援麒麟娃娃，希望能藉由多次的練習，至少能先獲取此關分數。

### 淹水區：

通過土石流區後接著進行淹水區的闖關，因所設計製作之輪型救災機器人無法爬行40cm 的高度，所以選擇迴避斜坡障礙，因此當完成土石流區後再次走土石流區的路徑繞道淹水區，以便能順利至後方救援麒麟娃娃。

### 山崩區：

最後若所剩之時間充足將再以循跡方式移動至木塊所在位置後，將木塊搬移至指定區域，最後在進行救援麒麟娃娃的任務。

**Concept**— Major disasters happened constantly in the world in recent years, such as Japan's 311 large earthquake, Taiwan's 88 flood and 921 large earthquake. The common problem in these disasters is the shortage of rescue personnel; therefore, we hope to work out a practical intelligent rescue robot to attain the goal for prompt automatic rescue and reducing casualties.

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

**Strategy analysis** — Plan the sequence of barriers to be passed, debris flow area, flooding area and landslide zone.

### 二、機構設計

因為需要進行娃娃夾取及搬運障礙物，因此我們想到以『推高機』的機構與作動方式來改良設計智慧型救災機器人，把原本只能上下移動的夾爪改良為能具有左右開合之功能，以便完成娃娃夾取及搬運障礙物之目的，並且以三輪車型之機構設計來提高機動性，為順利及確切配合娃娃形狀所以改良夾爪前端之型狀，可配合救援目標物之形狀並且在搬運障礙物上可增加施力面積，且救援目標較不易掉落。後端輸送機構，在娃娃夾取後放置於此，同時進行顏色分類，以辦利用運輸機構，在機器人回到救援站時將娃娃運送至救援站上，為了能有效將目標物放置救護站並節省娃娃夾取後運送至至救援站上之時間，所以實際設計之機構包含：夾爪機構、升降機構、旋轉機構、輸送機構等四大部分，智慧型救災機器人之結構示意圖及實際製作完成後之照片如圖1 所示。以下將再就這四大部分進行簡單的說明與介紹。

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

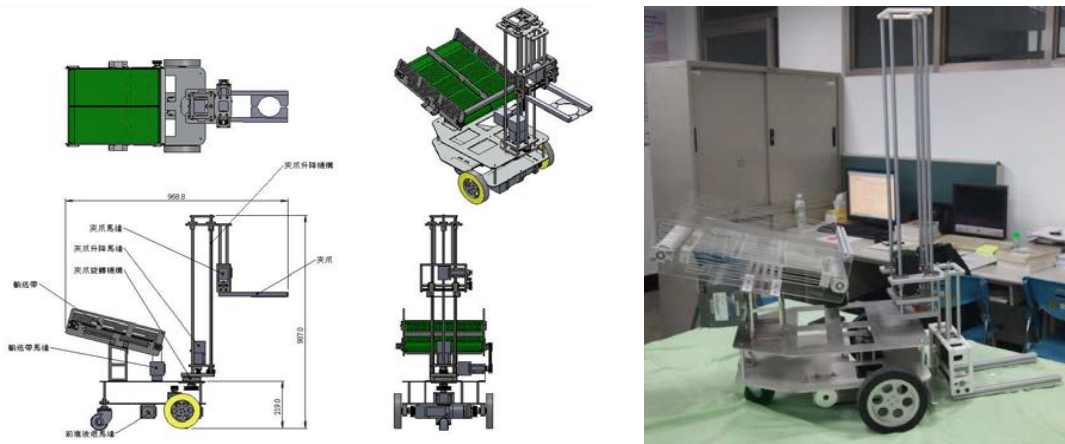


圖1 智慧型救災機器人示意圖與實際之照片

### 夾爪機構：

運用兩根30 cm 之方桿與2 片U 型壓克力板所組合而成配合螺桿與馬達傳動，節距為2 mm，利用兩根桿件的開合控制，進行目標物的夾取。在造型設計部分，採圓弧狀設計，因此在夾取目標物時不用完全接觸與夾緊也可完成目標物之夾取。另，因具有縱向開合之功能所以能快速開合適應不同大小之目標物。圖2 為夾爪機構示意圖。



圖2 夾爪機構示意圖

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

### 升降機構：

運用60 cm 的導桿與步進馬達來進行螺桿傳動控制，節距5 mm 能承受3 Kg 以上之重量，且能進行快速上升與下降之控制。所以此升降機構能進行木塊抬起與娃娃夾取後之升降控制。圖2 為升降機構示意圖。

### 旋轉機構：

用8 Kg-cm 的步進馬達搭配皮帶輪與皮帶來進行旋轉控制，主要功能為將夾到的娃娃先經過升降機構上升至輸送帶高度後在藉由此旋轉機構將娃娃旋轉至後方輸送帶上方，最後在控制夾爪之開合將娃娃置放於輸送帶上。圖3 為旋轉機構示意圖。

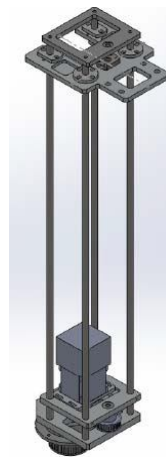


圖3 旋轉機構示意圖

### 輸送機構：

由長寬各為 40 cm \* 30 cm 的輸送帶搭配步進馬達、皮帶輪及皮帶所設計而成的輸送機構，為防止運送之娃娃掉落，因此將輸送

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

帶設計成可控制傾斜角度之機構，並可控制輸送帶之運送方向，因此可讓夾取到之娃娃在送至救護站後藉由控制輸送帶之運動方向將娃娃置放到救護站的指定位置上。圖4 為輸送機構示意圖與實際之照片。

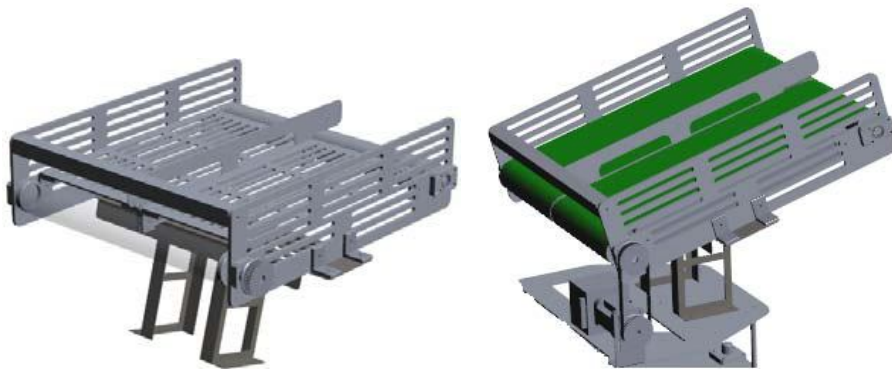


圖4 輸送機構示意圖

As it is required to clamp dolly and to carry barriers, we use the mechanism and actuation of "fork-lift truck" to improve and design the intelligent rescue robot, and add horizontally opening and closing function to the vertically moving clamping jaw, so as to clamp dolly and carry barriers, and use the mechanism design of tricycles to improve the mobility, the actual design mechanisms include a clamping jaw mechanism, an elevating mechanism, a rotating mechanism and a conveying mechanism.

### 三、輪子驅動設計

為兼顧智慧型救災機器人的機動性與穩定性，本次參與TDK比賽之救災機器人採三輪車的架構進行設計，圖5 為其結構示意

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

圖。在輪胎驅動力的部分，其分別設計兩個整合式伺服馬達，進行前進、後退及旋轉的控制，另第三輪為一萬向輔助輪，不具動力輸出。為節省安裝空間及簡化配線之複雜度，輪胎之驅動採整合式伺服馬達，圖6 為整合式伺服馬達之結構示意圖。該馬達將馬達、減速機及驅動器整合成一體，因此較不佔空間，另控制訊號採RS-485通訊模式且最多可串接64 個馬達同步進行控制，因此可減少接線之複雜度，其訊號之介面如圖7 所示。

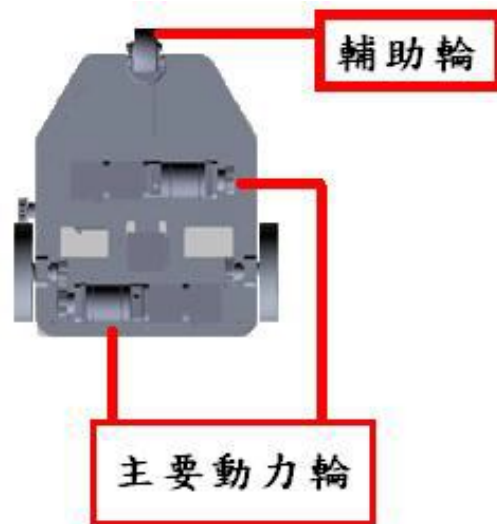


圖5 三輪車結構設計示意圖

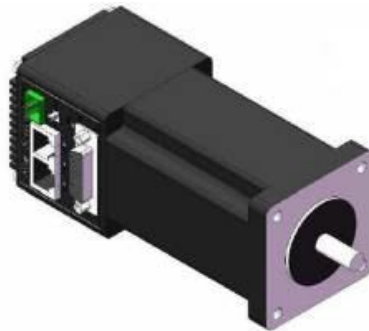


圖6 整合式伺服馬達結構示意圖



# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

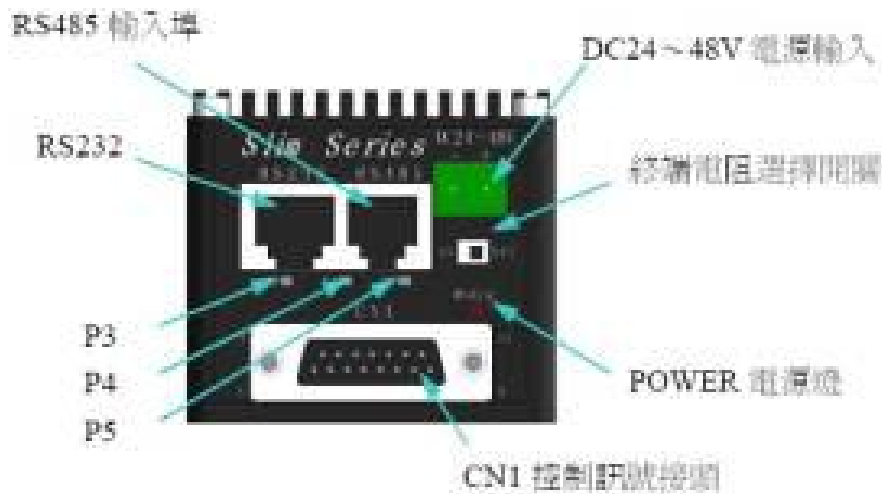


圖7 馬達控制訊號介面示意圖

Considering the mobility and stability of the intelligent rescue robot, the rescue robot participating this TDK competition is designed based on the structure of tricycle, Figure 5 is its structural representation. For the tire driving force, two integrated servo motors are designed for forward, backward and spin control, and the third wheel is an omnidirectional auxiliary wheel without power output.

#### 四、電路設計

Pathfinder- Sojourner 智慧型救災機器人的電路設計線路如圖8所示。其中電控設計部分主要包含：電源供應、PC-Based 控制、動力與感測等四大單元，圖9 為電控系統方塊示意圖。電源供應部分包含兩個36V 10AH 鋰電池，其中一個只供應給輪胎驅動的2 個整合式伺服馬達，另一個則用來滿足除輪胎驅動外的所有電源需求。PC-Based 控制單元採用泓格公司生產之Atom 工業電腦搭配

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

AD/DA 介面卡及以C#撰寫之控制程式進行控制。動力單元總共包含4個整合式步進馬達模組與2個整合式伺服馬達模組。感測部分則將於下一節的感測器設計進行介紹。

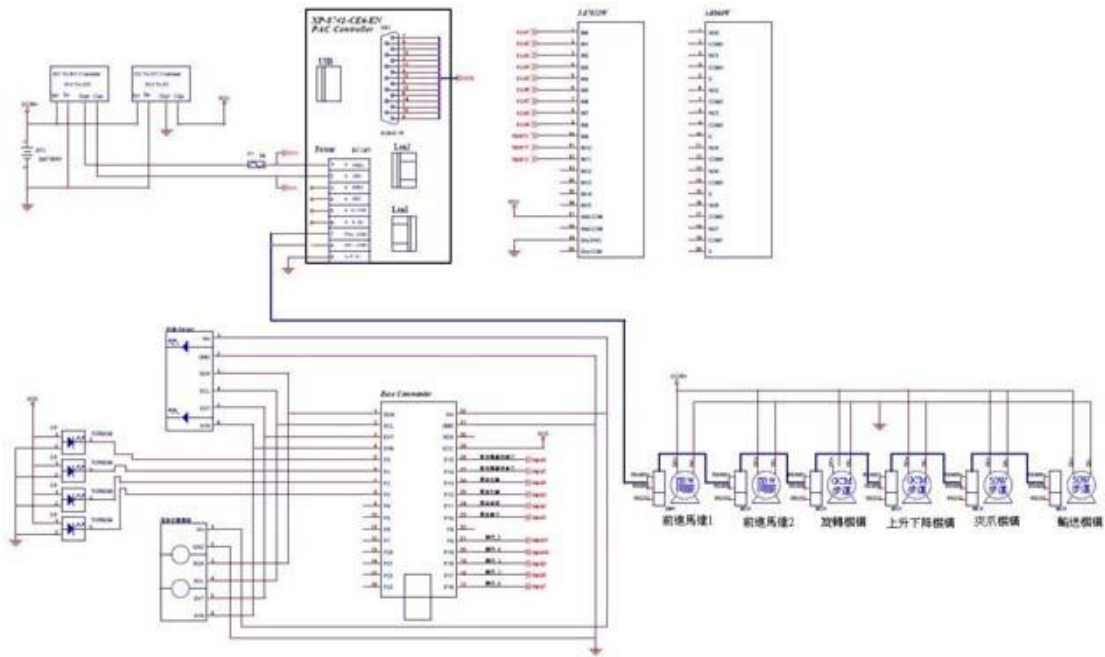


圖8 Pathfinder- Sojourner 智慧型救災機器人的電路設計圖

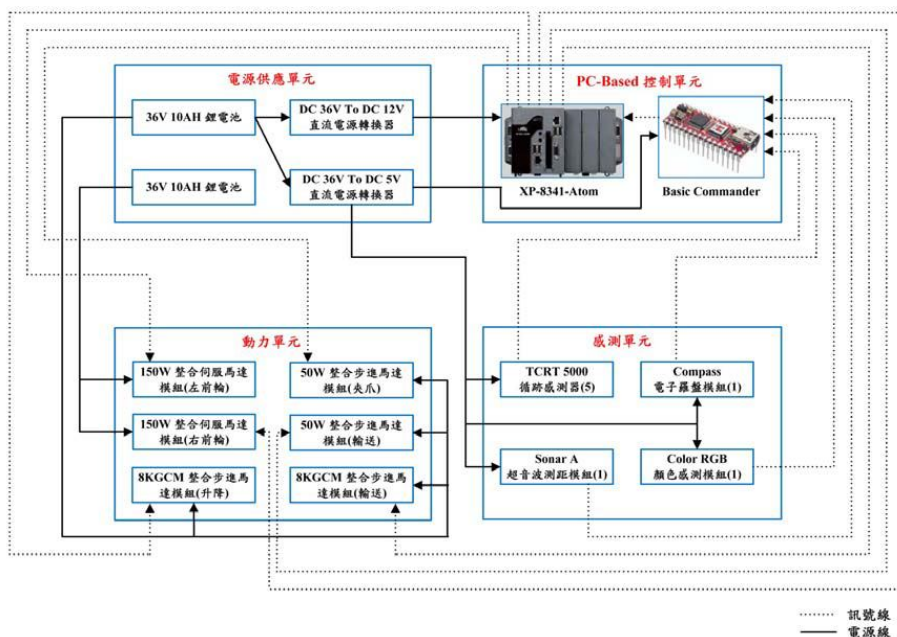


圖9 為電控系統方塊示意圖

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

The design circuit of Pathfinder-Sojourner intelligent rescue robot is shown in Figure 8. The electric control design consists of four major units, power supply, PC-Based control, power and sensing. Figure 9 is the block diagram of the electric control system.

### 五、感測器設計(遙控組無免填)

Pathfinder- Sojourner 智慧型救災機器人所使用的感測器及模組包含：TCRT5000 循跡感測器、Color RGB 顏色感測模組及Sonar A超音波測距模組，以下將分別簡要的說明其功能：

#### TCRT5000 循跡感測器：

其利用反射式紅外線來偵測及辨別兩種不同顏色的路面，以最簡單的0 或1 來作為迴授訊號的輸出，再藉由IPC 的程式來控制行走與停止已達成循跡控制之目的。圖10 為TCRT5000 循跡感測器的

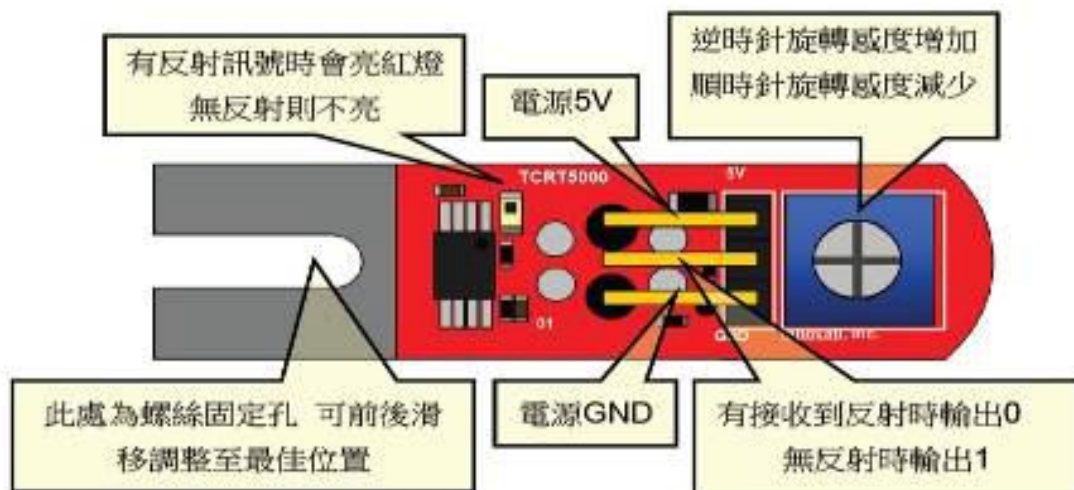


圖10 TCRT5000 循跡感測器示意圖

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

### Color RGB 顏色感測模組：

此顏色感測模組提供三色LED 可用來偵測紅藍綠等三種顏色之反射強度以及總和的光強度；用來感測救援物、救援站等之顏色。

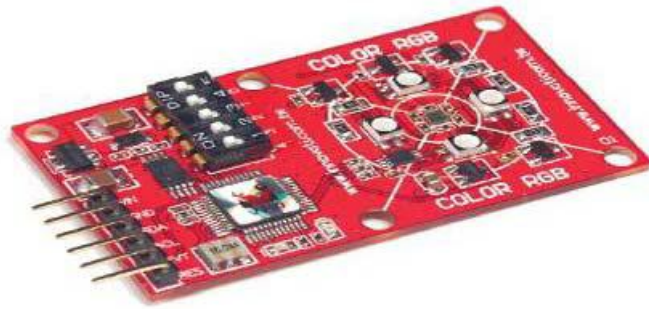


圖11 為Color RGB 顏色感測模組的示意圖。

### Sonar A 超音波測距模組：

超音波測距模組用來偵測智慧型救災機器人與場地各項物件之距離，包含障礙、救援物及救護站等之距離感測，此感測模組具有即時偵測之能力，能讓智慧型救災機器人的動作更靈敏。

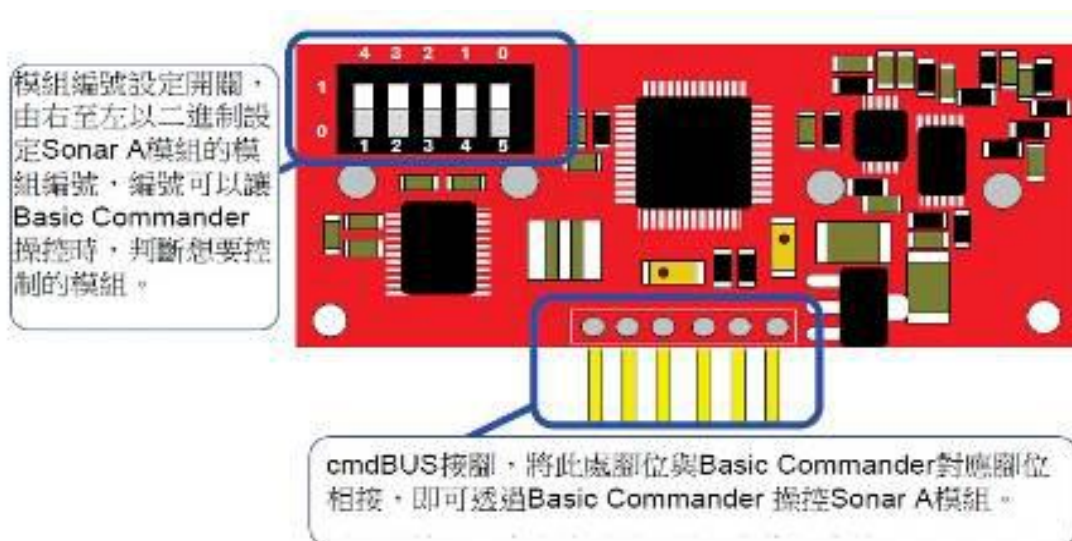


圖12 為Sonar A 超音波測距模組的示意圖。

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

The sensor and modules used in Pathfinder-Sojourner intelligent rescue robot are TCRT5000 tracking sensor, Color RGB color sensing module and Sonar A ultrasonic ranging module.

### 六、組裝、測試與修改

#### 組裝部分：

重點在保持底板強度與如何減輕重量，因此底板下有許多凹槽是為了減低整體重量並就由此凹槽的設計能讓馬達與輪子更穩固的在安裝在底板上而不易脫落，為了達到空間的妥善安排，IPC 規劃安裝在輸送機構的下方，電池與感測電路則安裝在上下兩鋁板中間，並將三個觸發開關安裝在下底板後方已方便，啟動與停止及後退之訊號觸發。部分Pathfinder- Sojourner 智慧型救災機器人的安裝照片，如圖14 所示。



圖14 Pathfinder- Sojourner 智慧型救災機器人的安裝照片

#### 測試

Pathfinder- Sojourner 智慧型救災機器人循跡感測器的安

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

裝位置經由實際的實驗與測試後，從三個感測器並排，改良成固定距離間隔安裝，經實驗與修改後確認救災機器人可依循地上黑線的軌道進行運動，為了克服十字交叉與行T型黑線之軌道，最後改良成安裝六個循跡感測器，前面三個後面三個，經實際安裝後進行測試，發現此種安裝方式之辨識率會更高，智慧型救災機器可以更穩定的沿黑線行走。

### 修改

Pathfinder- Sojourner 智慧型救災機器人從初始設計到最後製作完成，過程中經歷了兩次的修改，第一個是夾爪設計的改良，從原本的兩根桿件，改良成圓弧狀設計使得在夾取目標物時不用完全接觸與夾緊也可完成目標物之夾取。第二部份是輸送機構，從原本的固定角度到後來的傾斜設計及前擋版的裝設，主要是為了防止機器人行進時娃娃掉落，為了減輕整體重量新的設計也將側板改為裸空，圖15 為Pathfinder- Sojourner 智慧型救災機器人新舊設計差異比較圖。

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

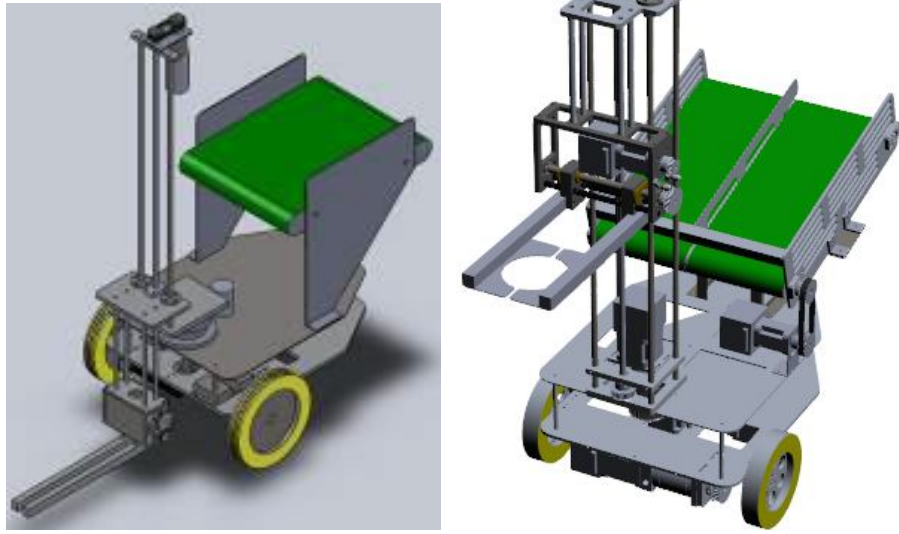


圖15救災機器人新舊設計差異比較圖

Pathfinder-Sojourner intelligent rescue robot was modified twice from the original design to completion. The first modification is the improvement of the clamping jaw design, the original two bars are changed to circular arcs, so that the target object can be clamped without complete contact and clamping. The second part is the conveying mechanism, the original fixed angle is improved by tilt design and front baffle, so as to avoid the dolly falling when the robot is moving. The new design hollows the side plate to reduce the overall weight. Figure 15 compares the new design of Pathfinder-Sojourner intelligent rescue robot with the old one.

### 七、機器人創意特色說明

Pathfinder- Sojourner 智慧型救災機器人的設計是以推高機的外型為設計基礎，因救災機器人需要機動與靈敏的移動，所以採三

# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

輪車架構進行設計可減小迴轉半徑。夾爪運用螺桿來作移動設計，包含縱向開合與升降兩個部份，並設計旋轉機構來提高夾爪的活動性，讓機器人能處理任何高度與角度之障礙，最後面並設計改良運輸機構，以提高目標物的存放量與運輸過程的可靠性。

Pathfinder-Sojourner intelligent rescue robot is designed based on the shape of fork-lift truck, as the rescue robot is required to move flexibly and sensitively, it is designed in the tricycle structure to reduce the turning radius. The clamping jaw uses bolts for movement design, including vertical open and close and lifting, and a rotating mechanism is designed to improve the activity of the clamping jaw, so that the robot can dispose of barriers at any height and angle. Finally, the conveying mechanism is improved to increase the loading capacity of target objects and the reliability of transportation process.

### 參、參賽心得

雖然這是我們機械系第一次參加這種類型的比賽，不過在這一次的比賽中每個組員所學到的經驗，真的跟課本或是自己本系所學的有差距，最困難的是大家花了許多的時間在研究，光感感測器、顏色感測器、超音波感測器等...，這過程中經過多次不同意見的討論，也讓我們能更加團結的一起完成機器人的設計與製作，因為每跌倒一次就學習到一次的經驗，藉由多次經驗的累積才能完成這台機器人，雖然



# 參賽隊伍人員及機器人簡介

## Team Member and Robot Introduction

還有許多部分我們還沒學會，不過接下來會把我們所學傳承給學弟妹，並且鼓勵學弟妹發揮自己的創意，來參加下一屆的TDK比賽，也感謝指導老師耐心的教導。

Although this is the first time our department of machinery took part in such a competition, what learned by every member from this competition was really different from what learned from books or their department, the major difficulty was that everybody spent a lot of time on studying light sensor, color sensor, ultrasonic sensor, etc. We discussed different opinions many times in the process, and we became more united to finish the design and production of the robot together. We learned from each failure, and completed this robot with our accumulated experience. Although there are still many parts we have not mastered yet, we will pass what we've learned to junior schoolmates and encourage them to exert their ideas for next TDK competition, and we appreciate our tutor's patient instruction.