

# 系統設計 & 智慧迷宮尋寶車

111-2 電資工程入門設計與實作

授課教師：盧奕璋教授

簡報校訂：劉容均/謝明園/鄧笙啟

# 今天要學什麼

- 系統設計
- 指定題簡介
- 進度規劃

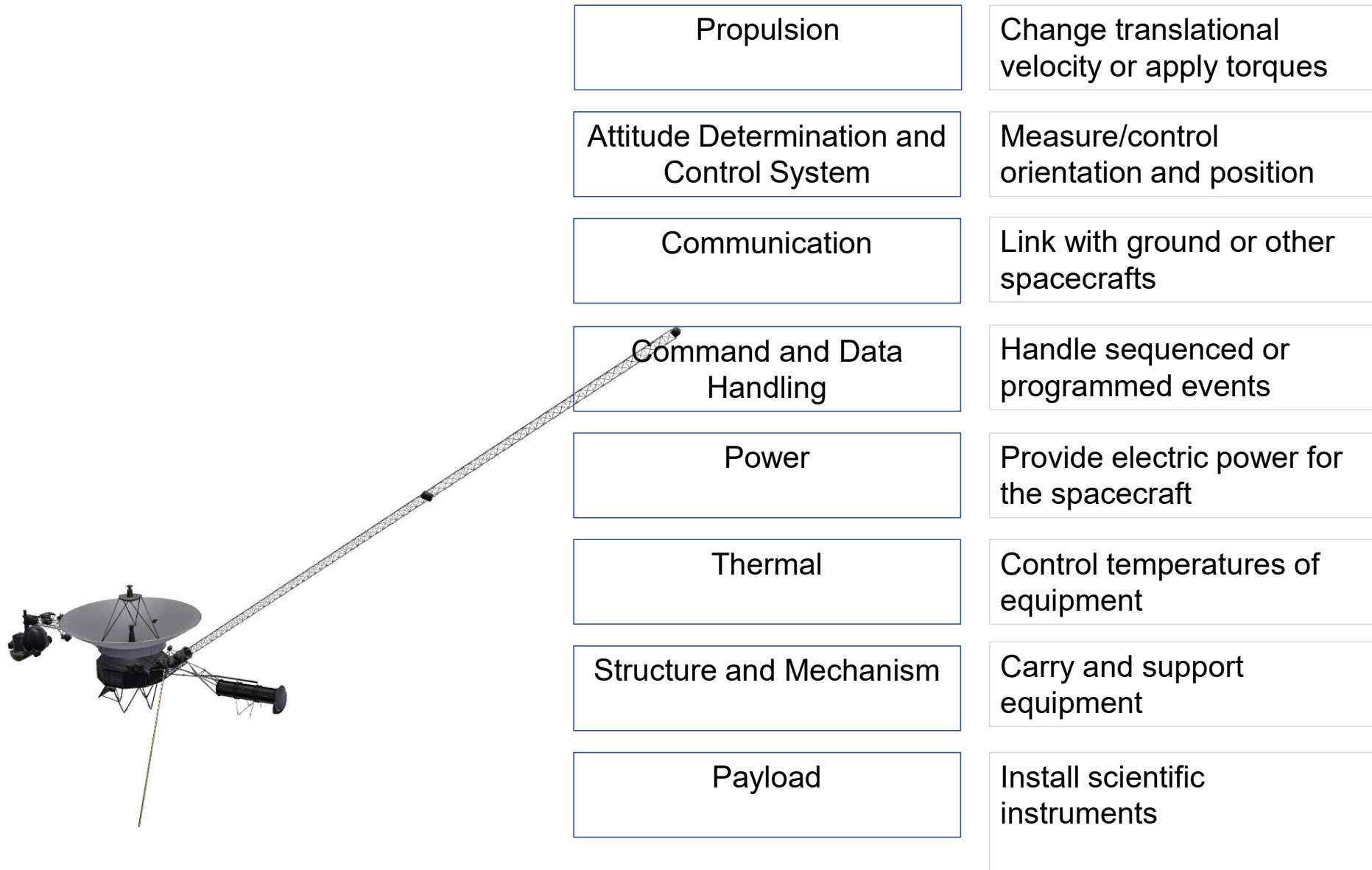
# 系統設計

# 系統設計是甚麼？

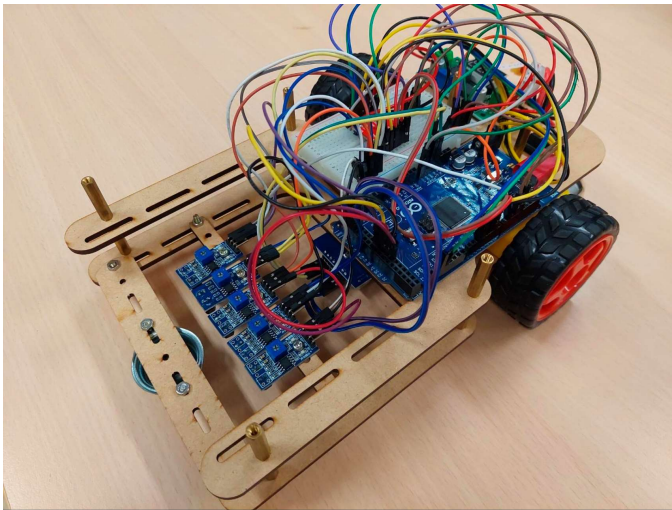
- System design is the process of defining architecture, interfaces and data contents based on the specified requirements.
- System 系統: 尋寶車
  - Architecture 架構: 模組連結成系統的方式
    - Module 模組: 元件組成的功能單位: ARDUINO MEGA
  - Interface 介面: 交換資料的規約
  - Data contents 資料內容: 類比資料 / 數位資料
- Specified Requirement : 功能規格需求

# Spacecraft System

Larson, Space Mission Analysis and Design, 2<sup>nd</sup> ed., 1992.



# EECS Rover System



Propulsion	Motor
Attitude Determination and Control System	IR Sensor
Communication	Bluetooth
Command and Data Handling	Arduino
Power	Battery
Thermal	N.A.
Structure and Mechanism	Chassis
Payload	RFID

# EECS Rover System Drivers (and what limits them)

Size	Bay size, <del>aerodynamic drag</del>
Weight	<del>Altitude, inclination, launch vehicle</del>
Power	Size, weight
Data Rate, Communications and Pointing	Storage, processing, <del>comparability</del> , antenna, <del>coverage, availability of ground stations and relays,</del> <del>weight, cost</del>
Number of Spacecrafts	Cost
Altitude and Coverage	<del>Launch vehicles, performance, weight, orbit,</del> <del>scheduling, field of view, observation time</del>
Scheduling	Timeline, operations, decision making
Operations	Cost, crew size

# EECS Rover System Drivers (and what they limit)

Size	Payload sizes, <del>e.g. antenna</del>
Weight	Payload weight, <del>cost</del>
Power	Payload power, bus design, system sensitivity, life cycle
Data Rate, Communications and Pointing	Contents of information, <del>coverage</del> , timeliness, ability to command, resolution, location, accuracy, cost
Number of Spacecrafts	<del>Coverage frequency, overlap</del>
Altitude and Coverage	<del>Performance, survivability, communications, data frequency and continuity, maneuver requirement</del>
Scheduling	<del>Coverage, responsiveness, mission utility</del>
Operations	Cost, error sources



# 模組規格

元件	大小/mm	功率	Pin腳 / 接腳	工作溫度	其他
電池	106 x 34 x 24	儲存電量:2250mAh 11.1V Max 78.75A	輸出插頭:Amass XT-Plug 平衡插頭:JST-XH		
Arduino Mega 2560	101 x 54	200mW 5V	數位 14 (40mA) 類比 6(40mA) 電源 3.3V, 5V (50mA)		Clock speed:16MHz Microcontroller: ATmega328 Flash: 32kB SRAM: 2kB EEPROM: 1kB
降壓電源模組 75W DC-DC	66 x 39 x 18	75W Vin 4~38V Vout 1.25~36V/5A	Vin+, Vin- Vout+, Vout-		最高效率:96%
循跡感測器 IRS-90(5顆)	32 x 14	3.3~5V/15mA	訊號:D0, A0 供電:Vcc, Gnd		適用距離:1~25mm 使用LM393比較器
RFID RC522	40 x 60	3.3V/13~26mA	訊號:SDA, SCK, MOSI, MISO, RST,IRQ 供電:Gnd, Vcc (3.3V)		工作頻率 13.56MHz 適用距離 50mm 傳輸速度 1.25MB/s
TT直流減速馬達 (2顆)	70 x 28 x 22	DC3V-6V 160-220mA	供電:V+ , V-		減速比:1:220 最大扭力:
馬達驅動模組 TB6612	43 x 43 x 29	25W 5~35V/2A	訊號:4(數位) 供電:3 輸出:2組 (V-V+)		
藍牙模組 HC-05	44 x 17 x 7	3.3V 未配對: 30mA 已配對:10mA	GND, VCC, TX, RX		鮑率:9600

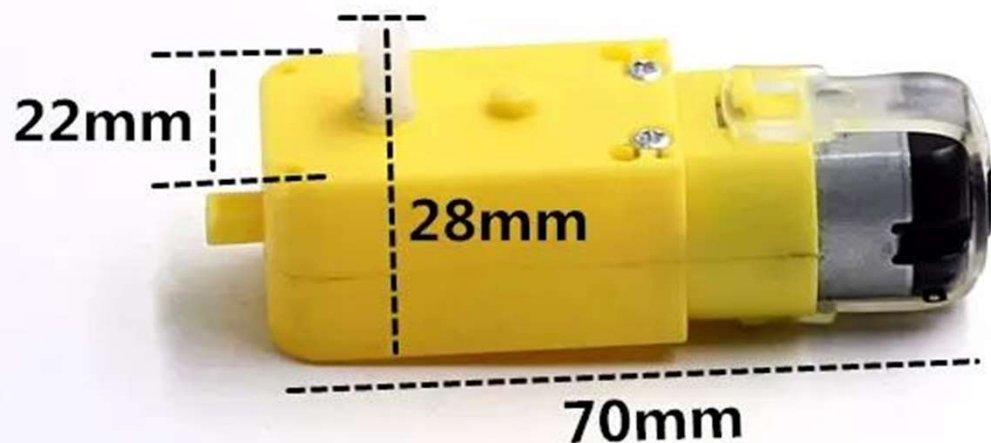
# 問題0：模組功率

TT減速馬達  
6V馬達功率最大為？

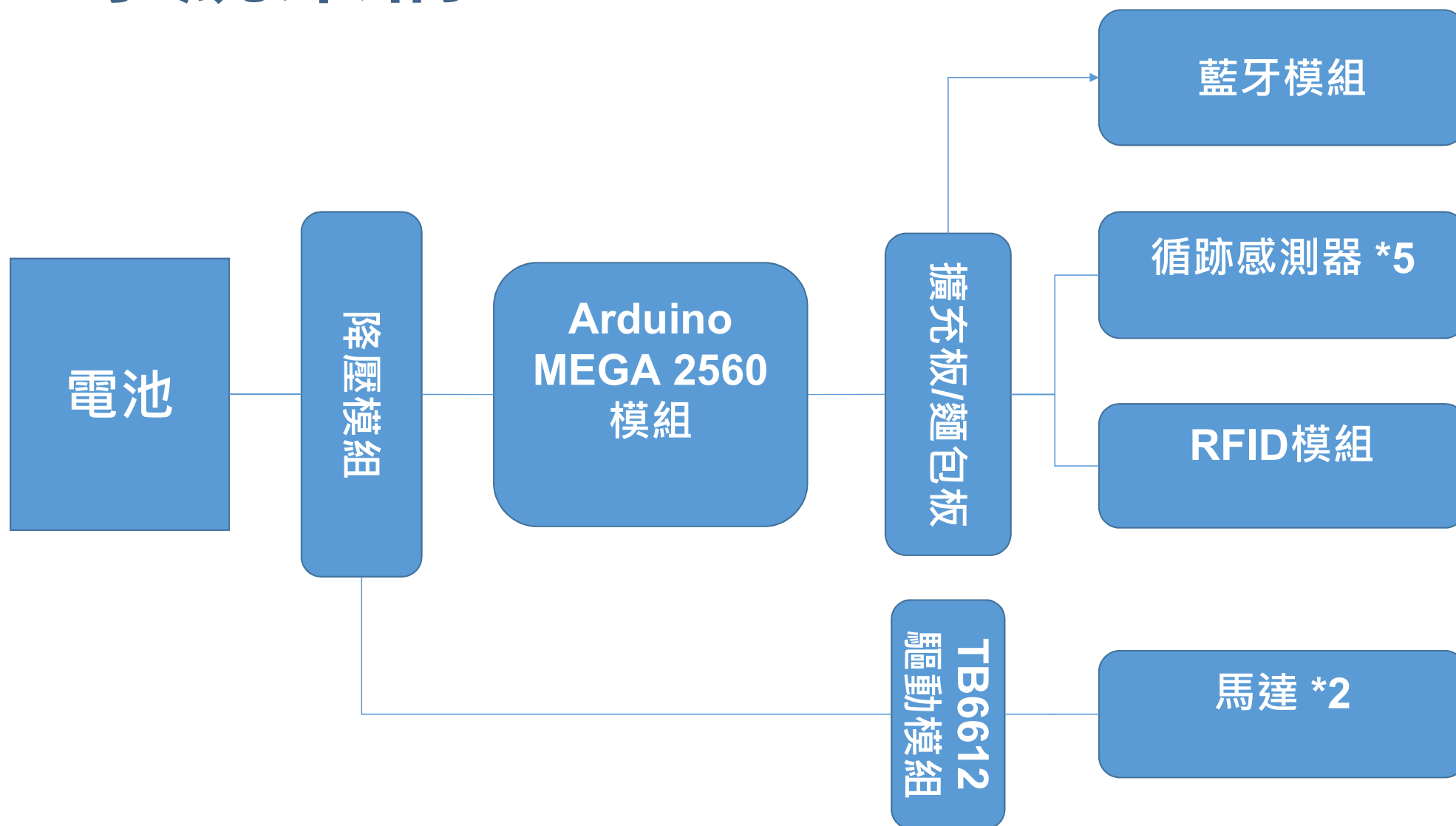
70X22X28mm (长宽高)

电机详细参数：

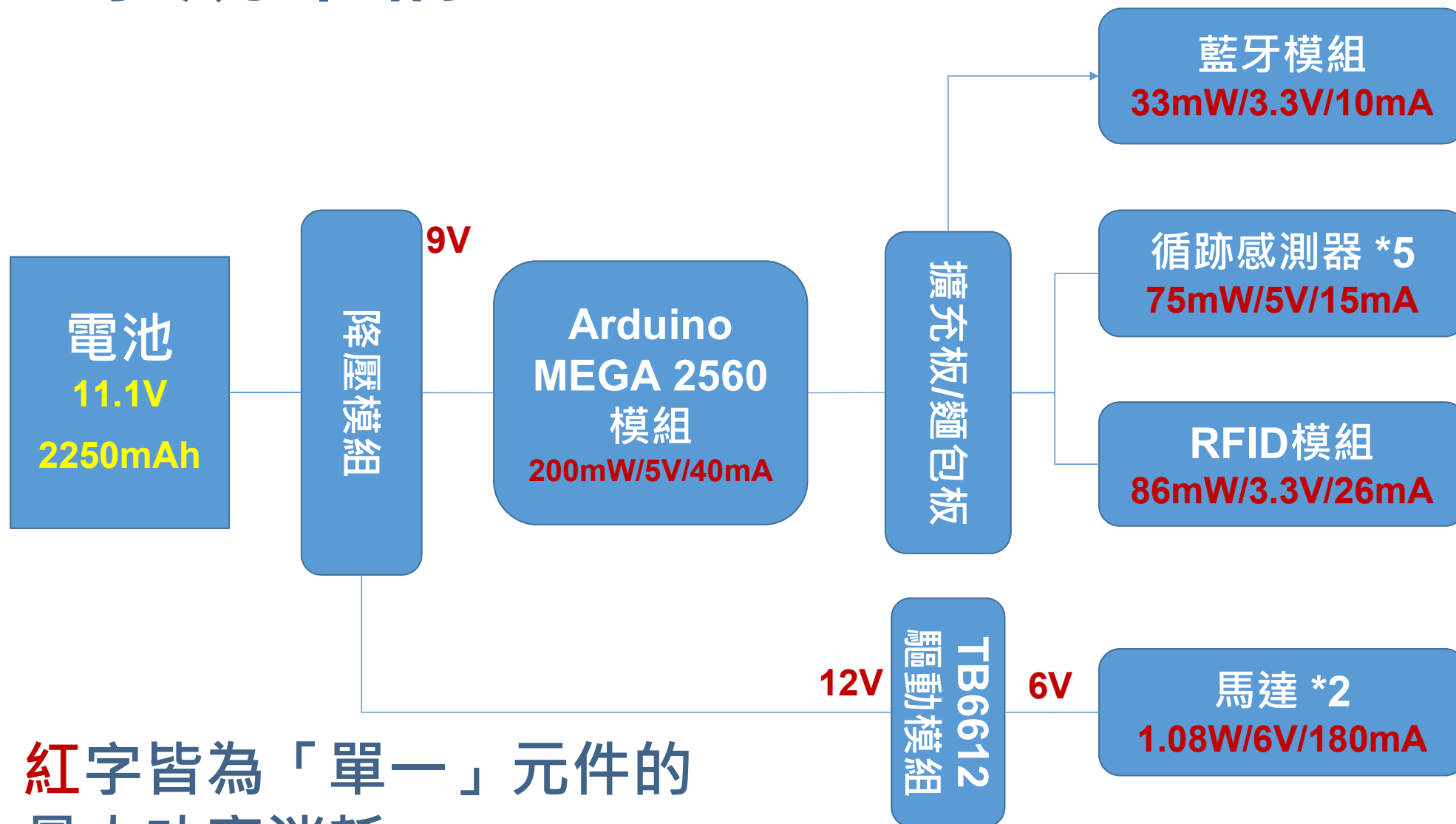
- 1、无负载转速 (6V) : 230RPM
- 2、无负载时电流 (6V) : 小于180ma
- 3、扭矩大小 (6V): 1.5Kg\*cm左右
- 4、电机转速 : 230转/分钟
- 5、尺寸大小 : 70 mm×22.00 mm×28 mm (长×宽×高)
- 6、重量大小: 约40g



# 系統架構



# 系統架構



紅字皆為「單一」元件的  
最大功率消耗

# 問題1

請在Weekly Report回答 (馬達空轉)

Q1-1: 電池最多必須提供的功率？

Q1-2: 電池輸出電流為？

Q1-3: 可以用多久？

# 問題1參考答案

1. 2.854 W
2. 257.11 mA
3. 8.75 hrs

# 問題2：迷宮儲存空間

- 假設

- 迷宮有150個nodes
- 所有node都用一個整數來儲存(在Arduino Mega中佔2B)
- 使用adjacency list+distance儲存整張地圖
- Arduino Mega板SRAM容量為8KB

- 問題

- Q2-1: 地圖本身所需記憶體容量？
- Q2-2: 執行BFS演算法時，所需最大額外暫存容量？
- Q2-3: 地圖跟BFS演算法，可否放入Arduino中？

參考：<https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/int/>

# 問題2參考答案

1. 2700 bytes
2. 3600 bytes
3. 沒問題



# Arduino放不下迷宮怎麼辦？

- 電腦充當雲端！
- 電腦要怎麼知道Arduino走到哪？ Arduino要怎麼知道往哪走？
- 用藍牙溝通

# 問題3：藍牙通訊頻寬

- 假設0.1秒內需要完成
  - 通知看到轉彎塊
  - 告知RFID UID (例如: FD02AA21)
  - 接收後續指令
  - 假設藍牙位元速率最高為9600bits/sec
  - 假設藍牙傳輸以Byte為單位
- 問題
  - Q3-1: 至少需要多少通訊速率(bits/sec) ?
  - Q3-2: 藍牙是否可以支持此通訊速率 ?

# 問題3參考答案

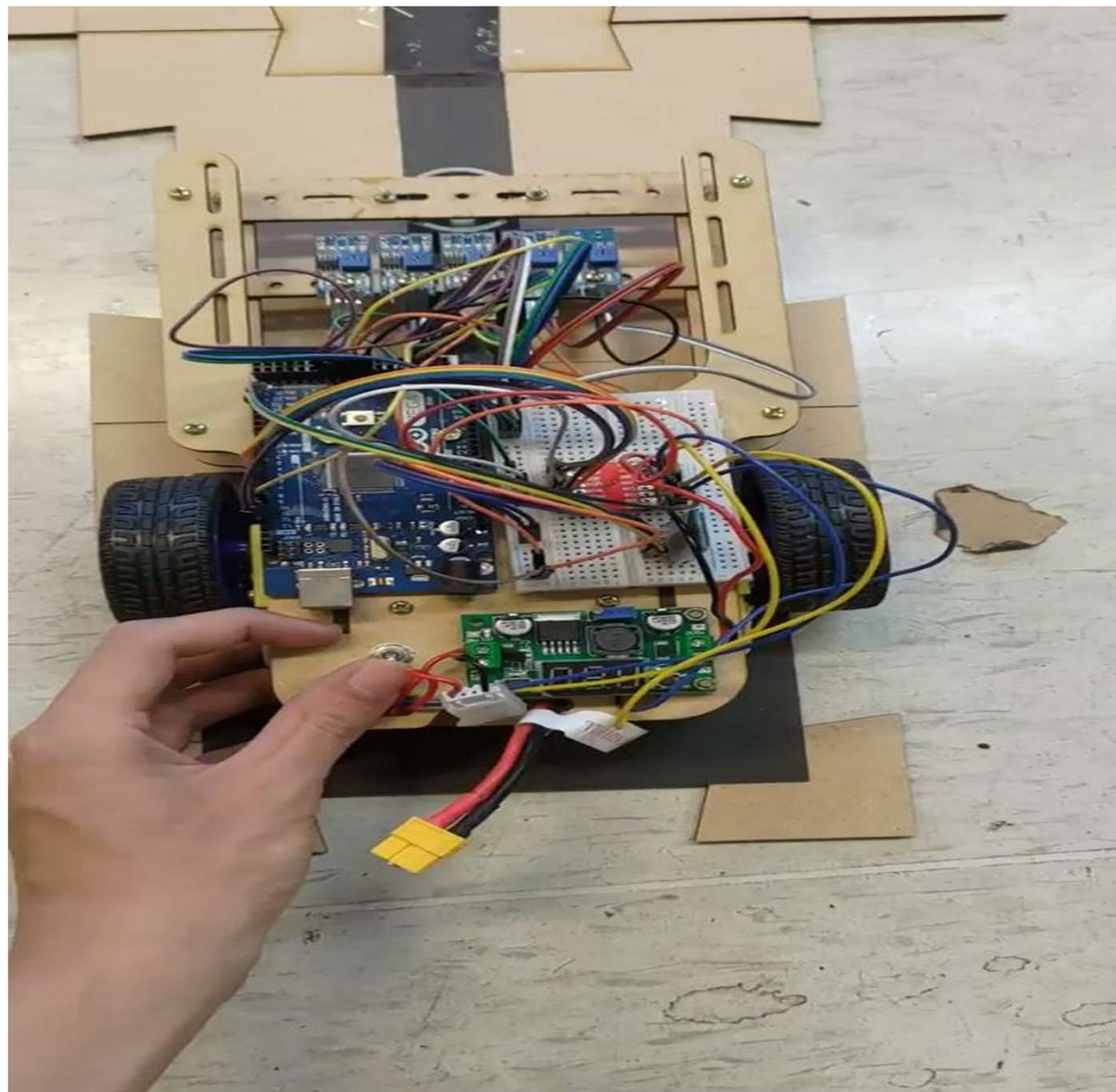
1. 480 bits/sec
2. 可以( $< 9600$  bits/sec)

# 指定題簡介

# 迷宮尋寶車專題

- 自走車
  - 走地圖 (迷宮)
  - 找寶藏 (RFID片)
- 
- 目標: 給定地圖、RFID片，設計自走車以最短路徑找到最多寶藏！
  - 自走車辦得到嗎？

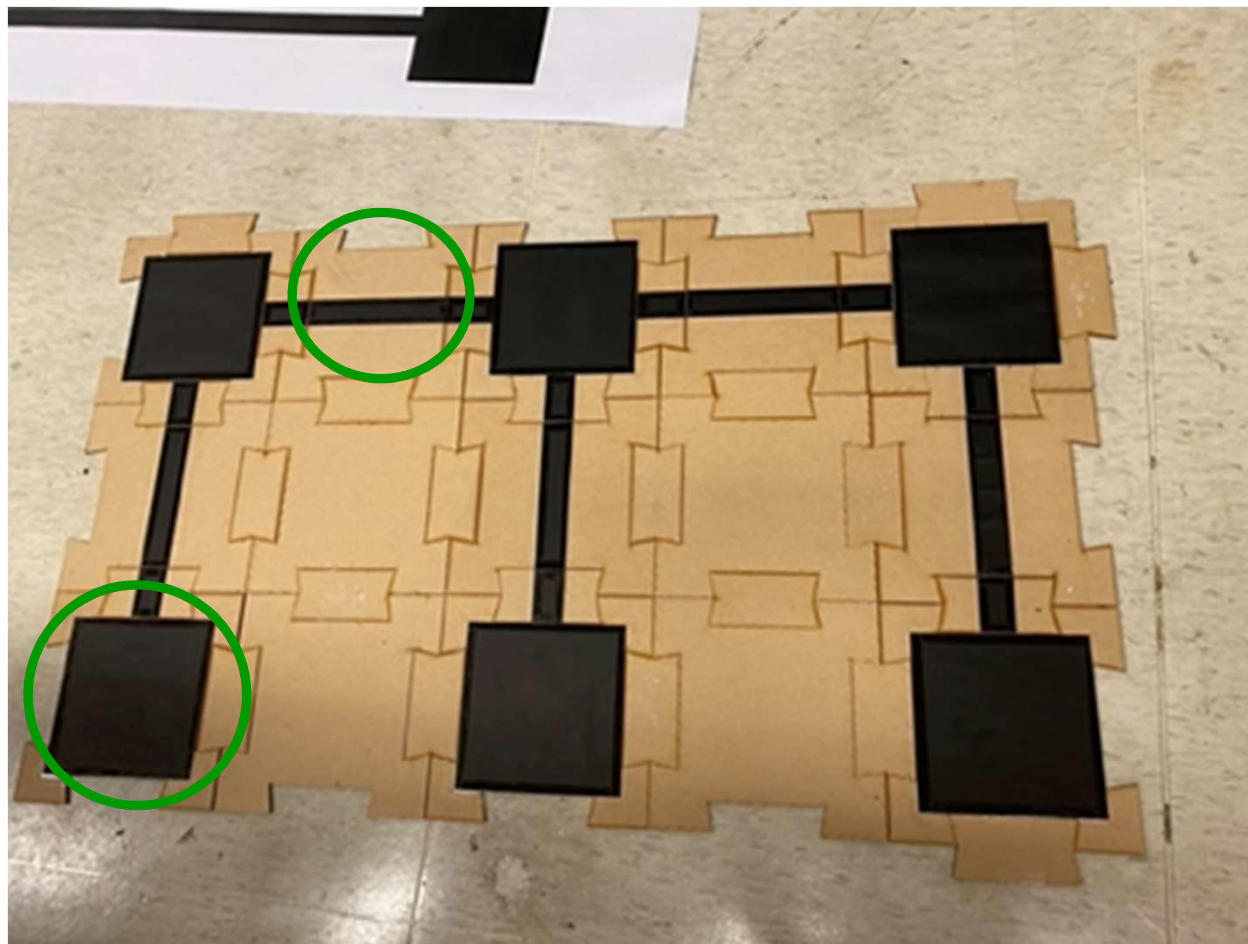
# 自走車



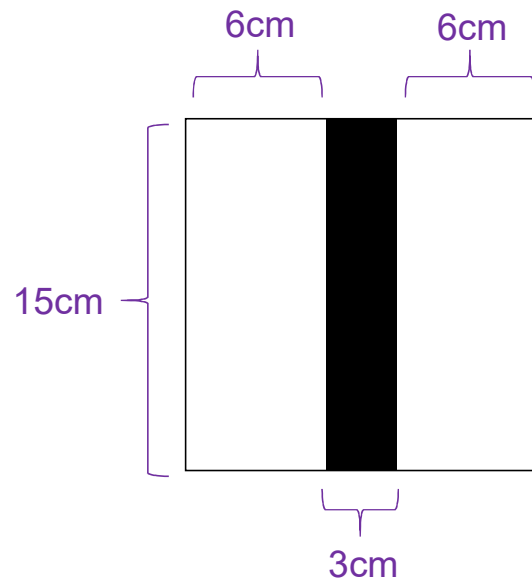
# 地圖實際樣貌

直行塊

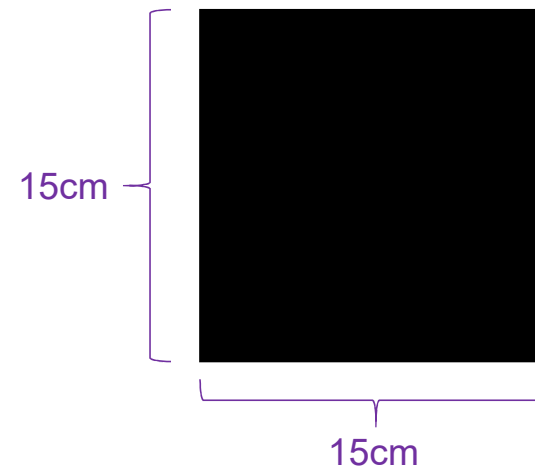
node塊



# 地圖單位格種類



直行塊

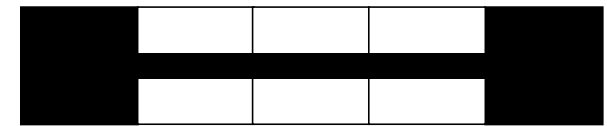
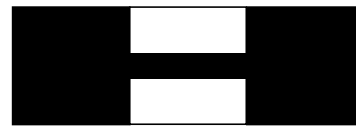
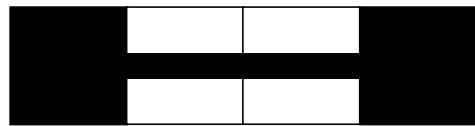


Node塊



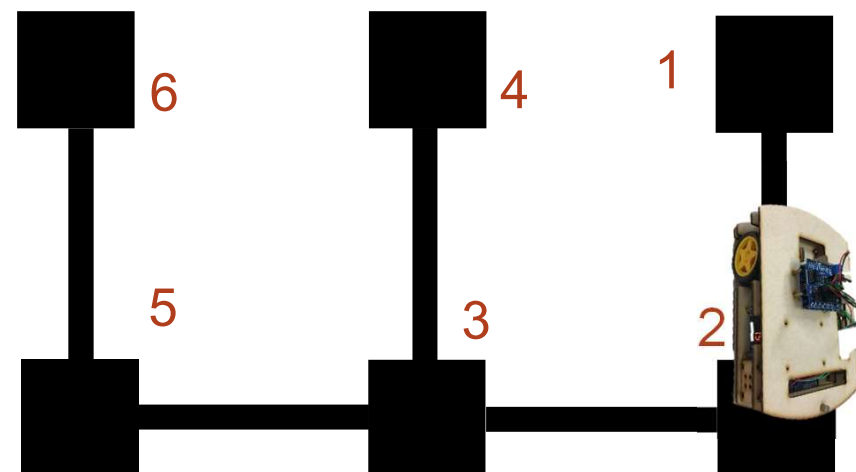
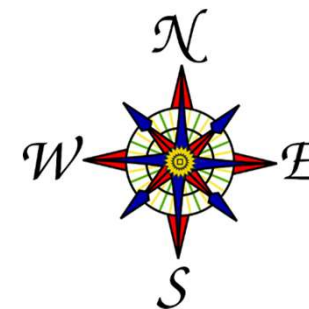
# 地圖的限制

- 兩轉彎塊之間必定有2個以上的直行塊
  - 路口距離  $\geq 30\text{cm}$



# 地圖檔案的表示法

- 於電腦中，地圖用.csv檔表示



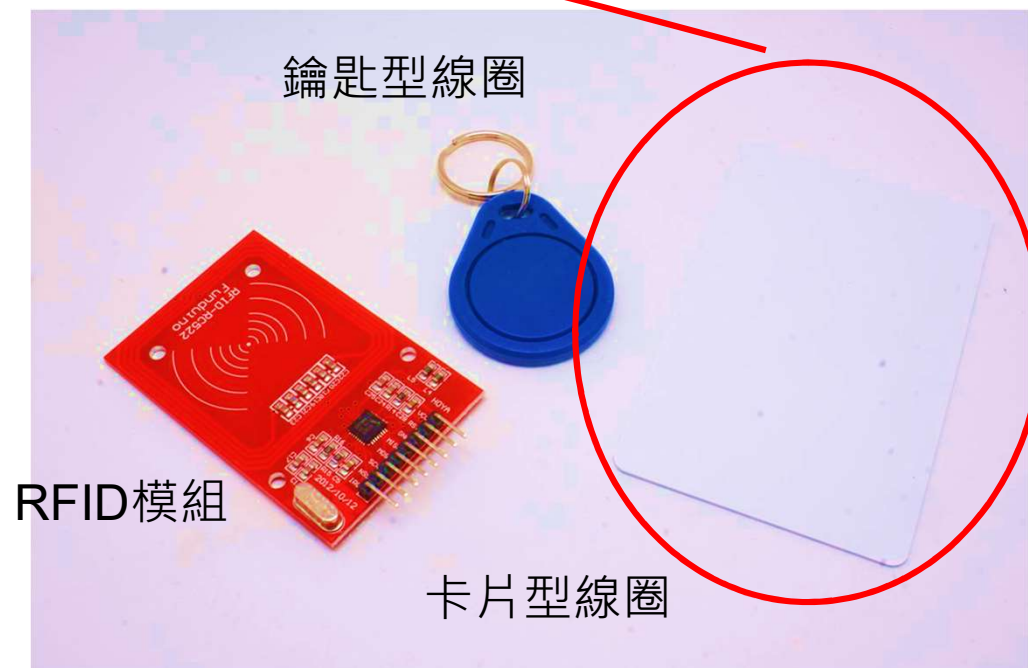
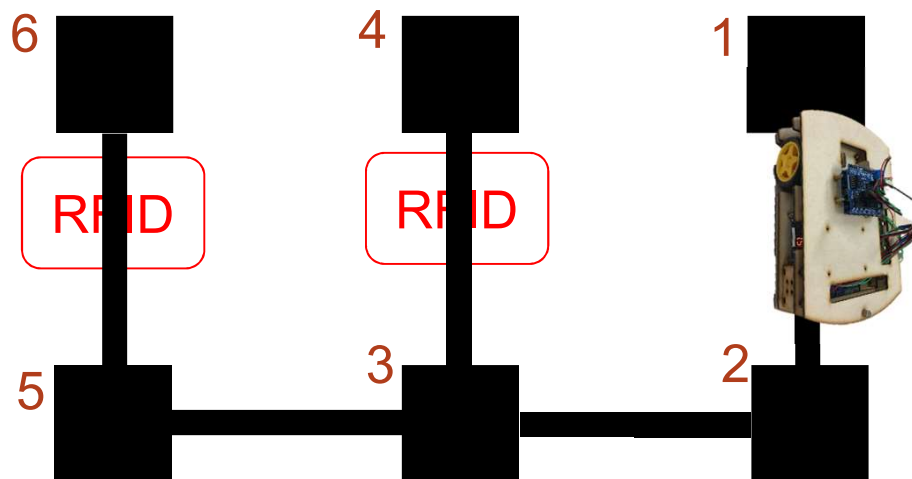
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	index	North	South	West	East	ND	SD	WD	ED
2	1			2				2	
3	2	1			3		2		2
4	3	4			5	2	2		2
5	4			3				2	
6	5	6				3	2		2
7	6			5				2	

Adjacency List

Distances

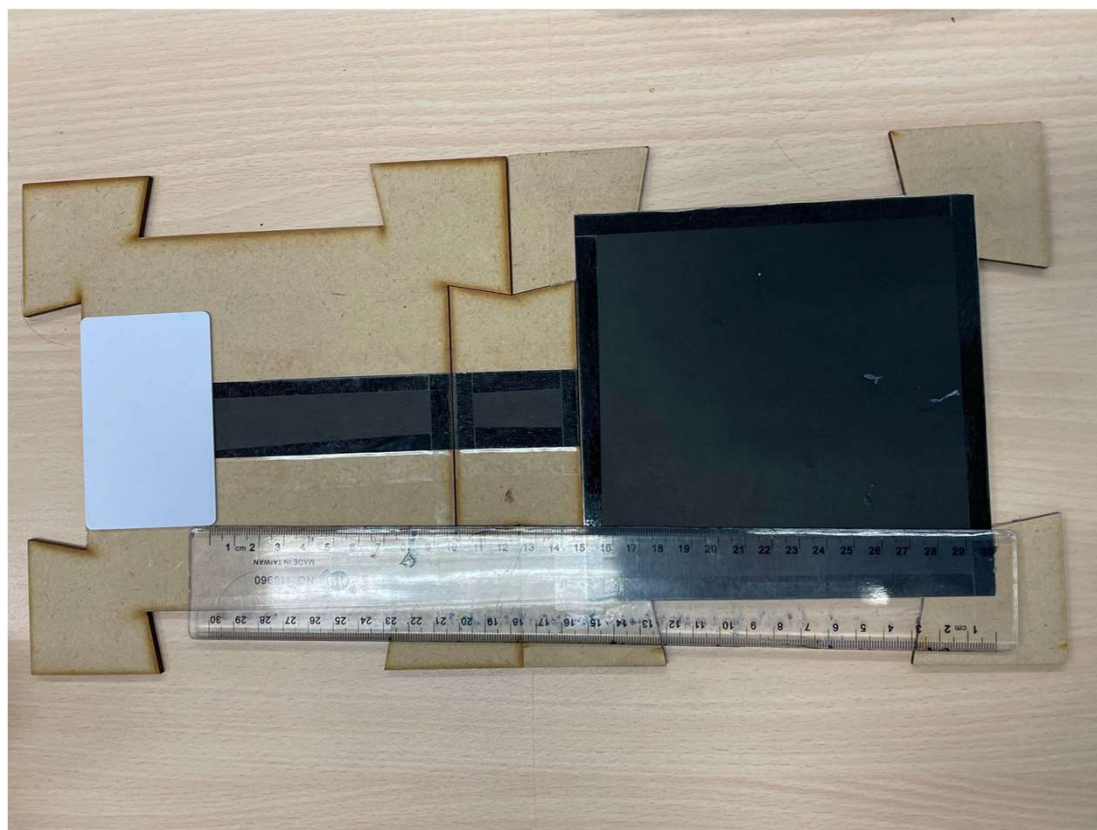
# 寶藏

- RFID卡片:
  - 卡片會在node塊前方15cm處
- 卡片代碼需回傳電腦才能計分



# 寶藏

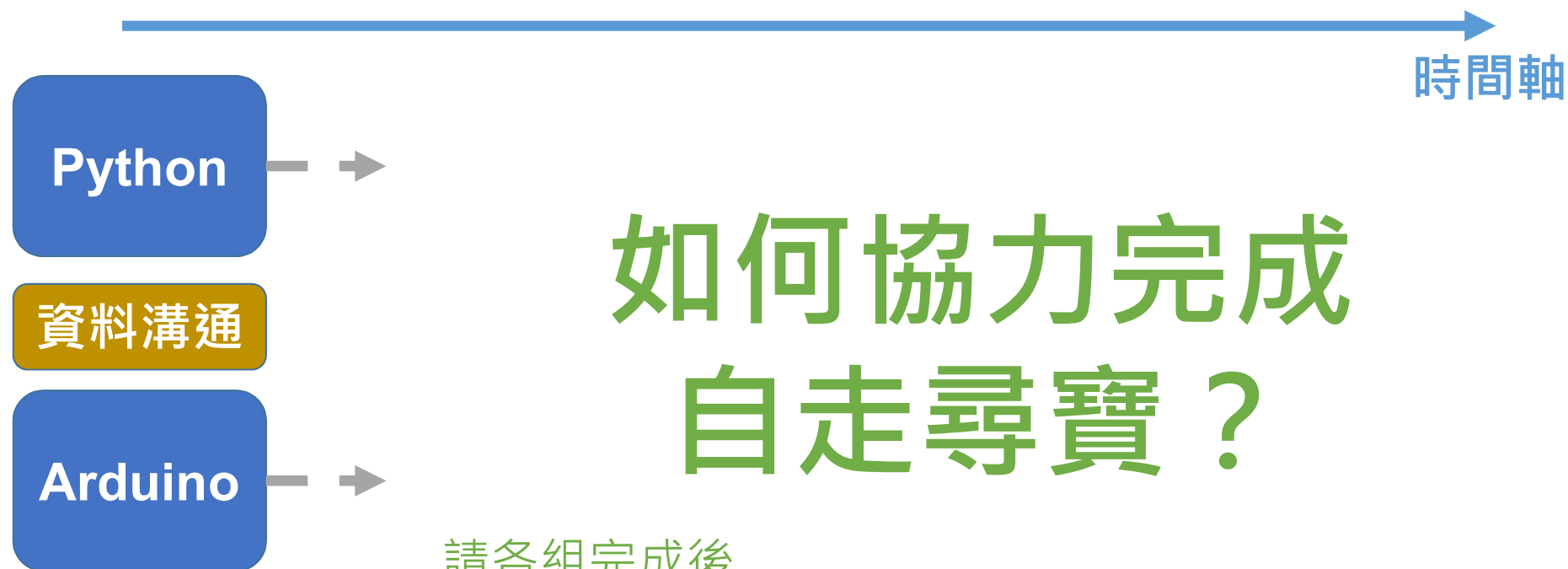
實際位置示意圖，尋寶時寶藏會壓在拼圖底下



# 進度規劃

# 作業：資料介面流程(初版)

sequence diagram + data transfer size



# 程式設計的好習慣

- 不要太有自信，一次寫一點 code
  - 太多行code助教也難幫忙
- 不要太有自信，大家一起debug
- 硬體真的會照著我的code在動嗎？
  - 常常print是好習慣

# 遇到 Bug 怎麼辦

- cout 大法
- Debugger
- 測試硬體小程式
- 若code真的沒問題，有可能是硬體缺陷
  - Power 接觸不良
  - 換sensor、motor等模組
  - 換車



# 從指定題學到什麼

- 團隊合作: 不要逞英雄，不要搭便車
- 專案管理: 時程、分工，大家都要參與
- 情緒管理: 不要吵架
- 系統規劃: 軟體硬體互相配合
- 系統DEBUG: 大挑戰！比軟體DEBUG難的多
- 發揮創意解決問題

# 想知道更多?我可以修甚麼課

- 馬達：電機機械
- 循跡：控制
- 電磁波傳遞：電磁學
- 信號/訊息傳遞：信號與系統/通訊原理
- 圖/路徑最佳化：演算法/資料結構
- 硬體設計：積體電路設計/計算機結構

# 工作記錄簿要寫什麼

- Q1~Q3都要寫出過程
- 作業：資料介面(初版)
- 組車與測試情況