

工作流程概要-仿生獸範例

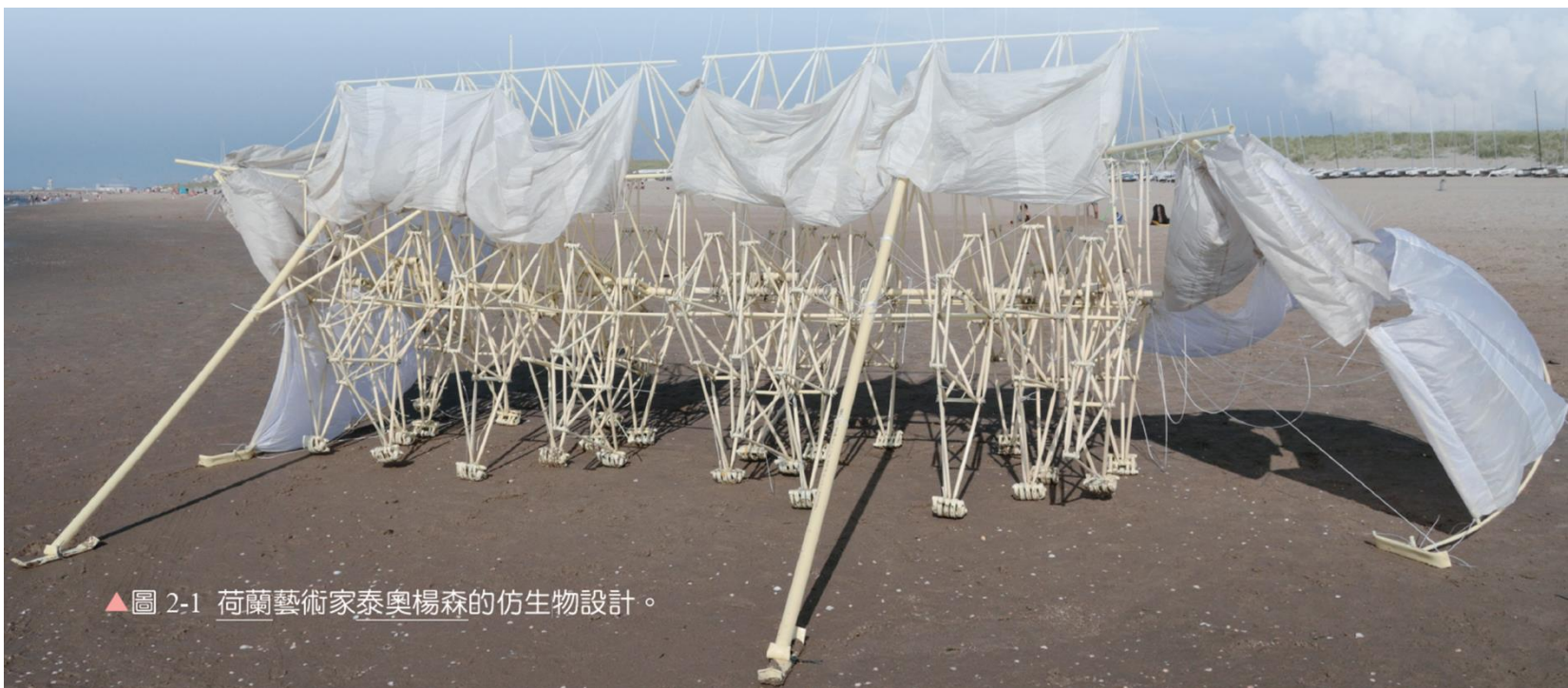


上帝創造萬物，人類也想學上帝，希望利用仿生科技創造出各種運動型態。荷蘭藝術家泰奧楊森（Theo Jansen）更是將塑膠、木頭等常見的物品，透過力學的原理和風力的推動，做出唯妙唯肖的仿生獸，不僅能活動自如甚至可以躲避障礙。

看著每個零件機構如此巧妙的串聯起來，真是令人讚嘆。不過我們也不能妄自菲薄，其實只要將馬達與簡單的連桿機構組合起來，也可以做出各式各樣有趣的仿生獸喔！

影片

[創意線控仿生獸設計](#)



▲圖 2-1 荷蘭藝術家泰奧楊森的仿生物設計。

1. 請利用木條、TT 馬達、電線、3 號電池兩顆、開刀開關電池盒、竹籤、塑膠拼豆等，設計一臺酷炫的仿生獸。
2. 附加材料選用以文具店與五金行中易取得的料件為主。
3. 此仿生獸需能以線控板中的電路構造，控制其前進、後退、左轉、右轉。
4. 整體造型設計要能兼具創意與美觀。
5. 能在賽道中穿梭自如，避開障礙，拔得頭籌。



在這個活動中，除了要設計動作機構，還要利用通路與斷路的原理來控制它的行進方向，練習使用電烙鐵的銲接技巧，並使用各種所需的電動機具，能大大的加快製作速度與精準度，而且透過與組內同學的討論與合作，配合老師的引導過程，按部就班地從設計規畫、製作與測試調整，必能順利的完成自己的作品，更有機會在計時賽與障礙賽中，獲得佳績喔！





老師將依據同學們設計出來的作品成果、製作過程、計時賽與障礙賽成績表現，來進行評量，以下是評估表現的參考標準，希望大家都能好好表現喔！

仿生獸設計	評量項目	評量重點	表現優異	順利過關	挑戰失敗
	創意設計	仿生獸的設計能兼具創意與趣味。	有創意且令人驚豔的仿生獸設計。	有簡單的外型設計。	僅有機構動作而無外型。
	機構設計	機構的設計與製作具有準確性。	機構的運轉很靈活不會卡住。	機構能順利轉動，但有時會卡住。	機構無法順利轉動
	線控設計	線控板的電路設計。	線控板控制點配置適當，且線路整齊乾淨。	線控板可以順利控制馬達正、反轉，但線路較亂。	控制不順，常有斷路情形發生。
	競賽表現	個人計時賽與障礙賽。	能在指定範圍內迅速跑完全程。	花比較多的時間才能將指定範圍跑完。	無法順利跑完全程。



學習單	評量項目	評量重點	表現優異	順利過關	挑戰失敗
	設計構想	設計圖的完整性。	可清楚呈現設計構想及各種零件尺寸的規畫。	可表達出所想要的設計，但整體性不夠完整。	設計潦草，無法呈現構想。
	材料選用	材料選用與加工的正确性。	發揮創意應用各種多元與環保的材料。	能選用適當的材料。	選用材料不適當。
	按圖施工	成品與設計圖的一致性。	能依照設計圖，完整設計與製作出作品。	大致符合設計，唯外型與尺寸有誤差。	未能依照設計圖製作。

密技：問題解決

同學們或許第一次接觸這類型的作品，剛開始可能不知道如何下手，會覺得我真的可以像泰奧楊森一樣做出厲害的仿生獸嗎？在七年級時我們已經利用問題解決的歷程完成過機構玩具，現在只要依循這個方式，一定沒問題的。





1. 界定問題

確認條件限制與擁有的資源，再進一步分析需解決的問題。

材料選擇、工具機具、製作費用、操作時間等。



2. 發展初步構想

運用創意思考法，提出多樣、創新的點子。

發想創意仿生獸的主題內容與機構動作。



3. 蒐集多元資料

拓展創意來源，激發豐富設計，學習製作技巧。

從各種管道找尋相關資料，刺激大腦思考。



4. 構思解決方案

將可行的點子發展成具體作法，供討論評估。

繪製設計圖，確認仿生獸的機構組成與外型。



5. 挑選最佳方案

分析篩選找出最佳的方案，或嘗試整合不同方案成為新的方案。

從時間、資源、技術等方面來進行評估，並可使用連桿軟體來模擬最佳化機構。



6. 規畫與執行

繪製工作圖，規畫製作流程，選擇材料與工具進行製作。

思考製作程序與注意事項，包括備料、加工、組裝、美化等細節。



7. 測試、評估與改善

產品初步完成後，進行組裝與測試，修正製作過程產生的問題。

調整連桿使其能更順暢的運轉，微調線控板使其能靈敏操控。

在問題解決的歷程中，有些步驟可以反覆進行或同步實施，例如：在蒐集資料激發創意時，也可獲知更多機構的設計方式；而執行製作的過程中，可以隨時進行測試與修正，以完成最好的作品！



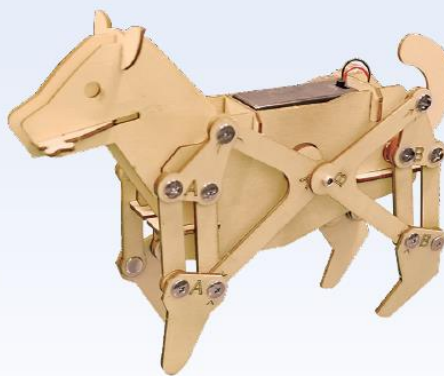
仿生獸的機構與造型的創意設計，有哪些方向可以思考呢？從報章雜誌、新聞、以及網路上關鍵字的搜尋中，我們可以找到很多的靈感，除了展現個人的創意，同組的同學也可以規畫出主題性的關聯設計，讓我們一起動動腦吧！



▲圖 2-3 參考不同的玩具與資料，可以激發出不同的創意思考。



恐龍的腳是由曲柄帶動，產生行走動作。



利用馬達帶動連桿裝置，讓小狗自行前進。



轉動齒輪可以帶動馬兒的腳前後移動。

密技：曲柄應用

生活中常看到曲柄的構造，例如：腳踏車踏板、削鉛筆機的手搖柄等，曲柄機構是連桿機構的一種變化，可以將旋轉運動轉變為直線往復運動。

本活動應用了曲柄與連桿機構的組合，藉由馬達的旋轉，使曲柄呈現旋轉的動作，並將動力傳給連桿組來帶動仿生獸，做出往前行走的動作型態，達到電能轉換為機械能的應用。



TT 馬達

直流減速馬達簡稱 TT 馬達，是由普通直流馬達加上配套齒輪減速箱所製成，一般分為雙軸與單軸結構的兩種規格。齒輪減速箱的作用是提供較低的轉速，產生較大的力矩，而不同齒輪箱的減速比會產生不同的轉速和力矩，市面上常見的減速比有 1：48、1：120 等。TT 馬達使用的工作電壓為直流電（DC）3～6 伏特（V），當在相同減速比之下，越大的電壓會產生越高的轉速。

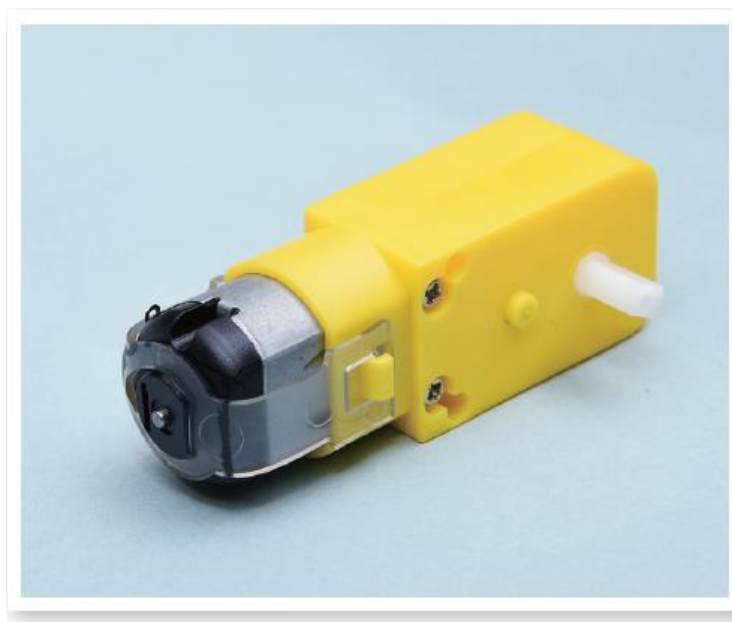
此外，在馬達供電接頭處提供不同流向的電流，會使其產生正、反轉不同的動作。我們可以依據這個原理來設計，並控制仿生獸的前進後退喔！

TT 馬達

補給站

直流馬達

一般我們所說的馬達就是電動機，利用電磁轉換的原理進行能量交換，可以將電能轉換為機械能的裝置，這樣的機械能透過各種傳動方式來達到我們預期的動作。依照所需電源的種類，可分為直流馬達和交流馬達兩種。



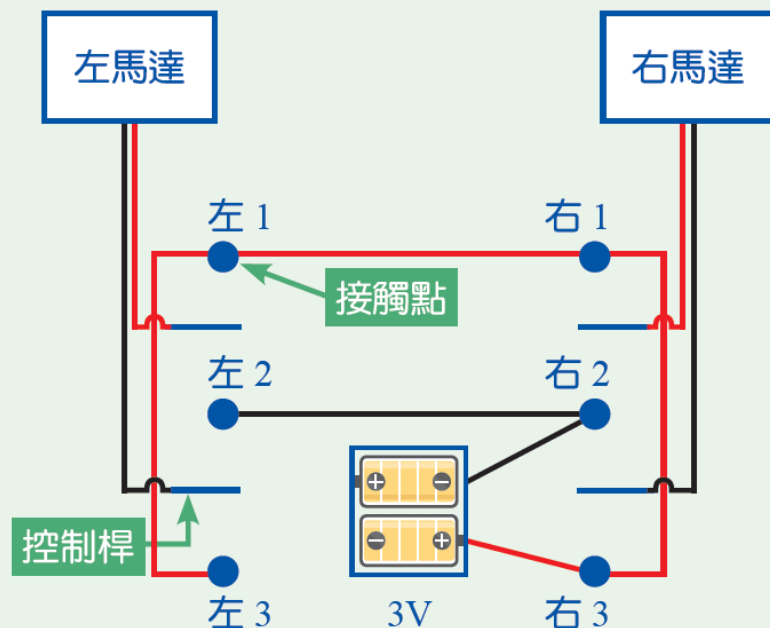
▲圖 2-4 TT 馬達是仿生獸前進的動力。

線控板的電路原理

在設計線控板時，為了降低成本與減輕重量，會利用一組電池來控制左、右馬達的不同轉向，電路看起來好像很複雜，但其實是運用電流的通路與斷路原理來設計。

- (1) 使用雙軸的 TT 馬達，用來控制左、右邊不同轉向，因此馬達的配線要相反，如果轉向相同，就只能同時前進與後退。
- (2) 左、右各要配置三個接觸點，左 2 與右 2 同時與電池負極連接，其餘四個點串接後再與電池正極連接。
- (3) 控制桿不跟接觸點碰觸時，呈現斷路；當往上或往下推動時，會同時碰觸 2 個接觸點，形成通路，馬達就會運轉。

► 圖 2-5 線控板的電路，正極用紅色線、負極用黑色線表示。

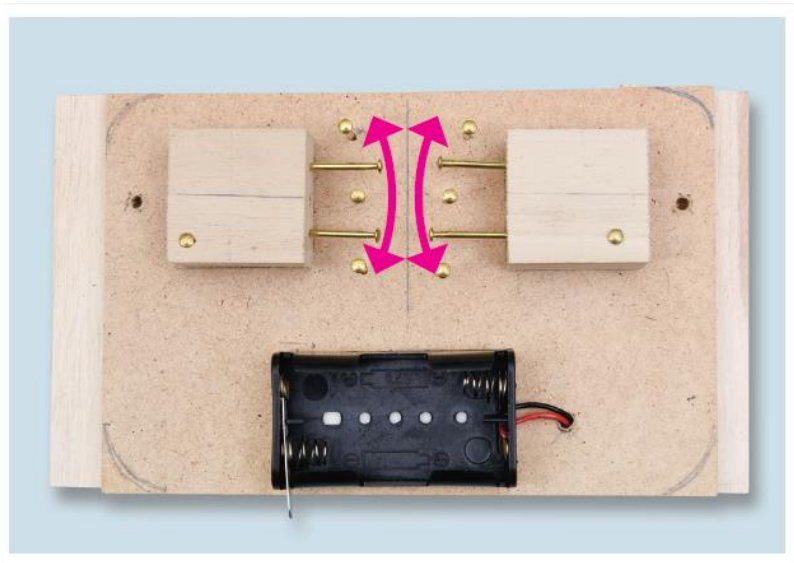


線控遙控器開關

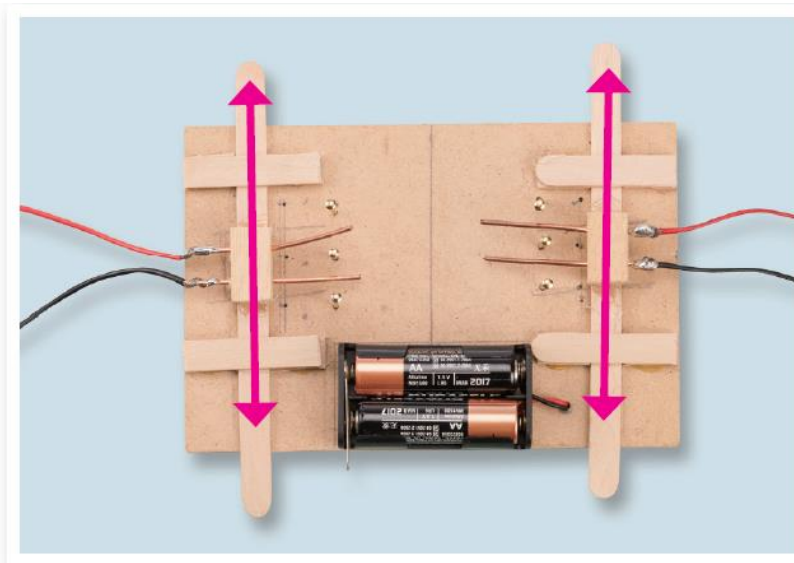
線控板上的開關只要照著前面介紹過的電路原理來設計，可以有不同的變化。在構造上可以使用旋轉、滑動、按壓等方式，並利用生活中方便取得的木塊、冰棒棍、塑膠片、鋁箔紙等材料，讓我們動動腦發揮創意，做出操作順手的線控遙控器吧！



線控遙控器開關



▲圖 2-6 自製旋轉開關。



▲圖 2-7 自製滑動開關。

線控遙控器開關

我們自行設計的開關，雖然可以達到電路需求也比較省錢，但製作費時且體積過大的問題卻無法避免，市面上的電子元件也有各種電控開關的功能。馬達接線後，轉動方向是固定的，如果想要改變轉動方向，就必須反接電源正、負極。使用現成的開關，只需要按不同的按鈕，就可以瞬間切換馬達的正、反轉喔！

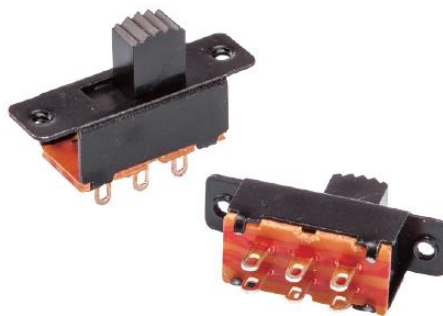
線控遙控器開關



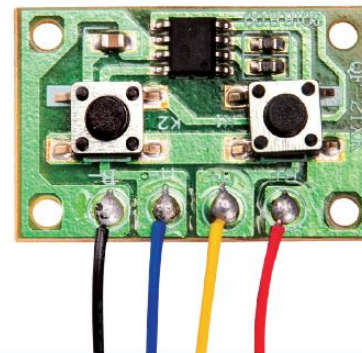
搖頭開關 3 段 6P



滑動開關 3 段 6P



二通電子線控板



▼圖 2-8 市面上常用的各種開關。

連桿機構種類

一般的機械獸有分輪行與足行兩種，輪行機動性高且結構簡單，但容易受限於地形因素，太高或太軟的地面都不易行駛。足行是以跨步踏地的方式行進，較能適應各種地形，不過在機構的設計與控制上也相較複雜。足行機械獸因其前進方式類似生物體，因此稱為仿生獸，依足的數目大致可分成二足、四足、六足及多足。



連桿機構種類

輪足

機動性高，但易受地形限制。



連桿機構種類

二足

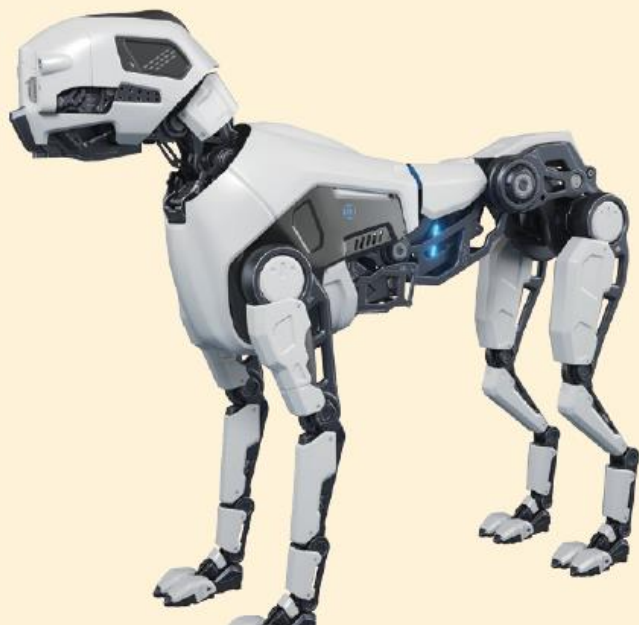
多模仿人形設計，平衡的難度高。



連桿機構種類

四足

介於二足與六足之間，且兼具穩定及速度。



連桿機構種類

六足

多模仿昆蟲的走路型式，具有較高的穩定性。



連桿機構種類

常見且好操作的仿生獸，以四足或六足為主，同學可以依照自己的設計需求，來規畫仿生獸的連桿機構，以下幾種類型可以做為設計時的參考依據。

做一做

拿出課本附件 3 動手組裝，透過操作來了解連桿機構的運作。

連桿機構種類

ㄇ型連桿



最簡易的機構型態，設計時要留意，除了旋轉點要能自由活動外，其餘的接點必須固定住，才能產生連動的效果喔！



連桿機構種類

M 型連桿



行走時，比較貼近生物型態，但要留意馬達的曲柄軸位置是在 M 字的中間點。



連桿機構種類

交叉連桿



透過前、後桿彼此交叉的方式，使其產生連動，製作時要兩側對稱，如果桿件太短會發生無法行走的狀況喔！



連桿機構種類

六足連桿



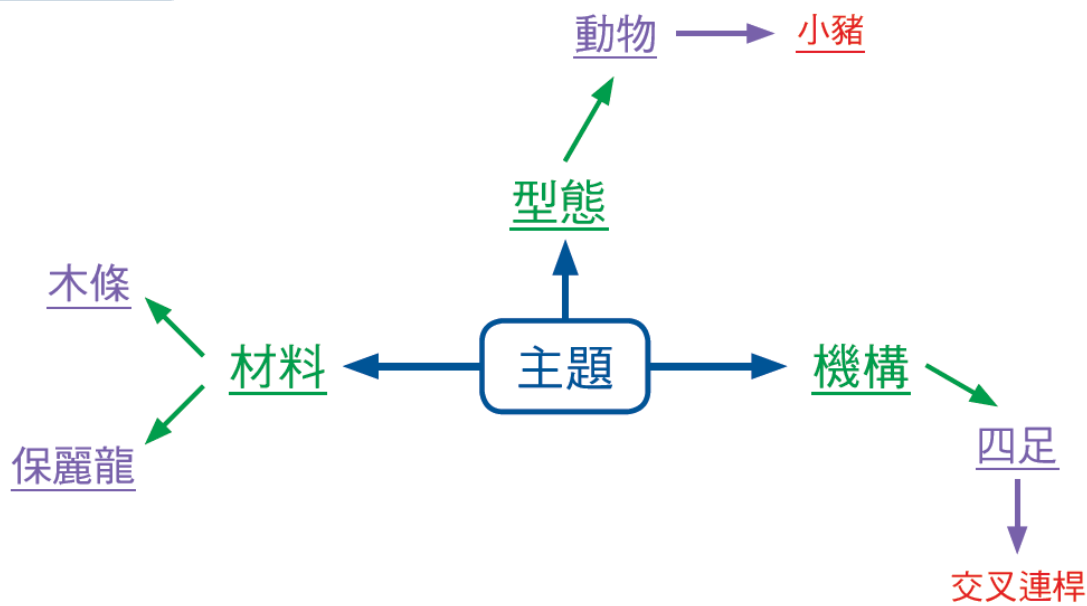
如果要製作昆蟲這類型的多腳仿生獸，就要選用這個機構。在製作上會比較複雜，但如果仔細觀察會發現，這其實是交叉連桿的延伸而已。



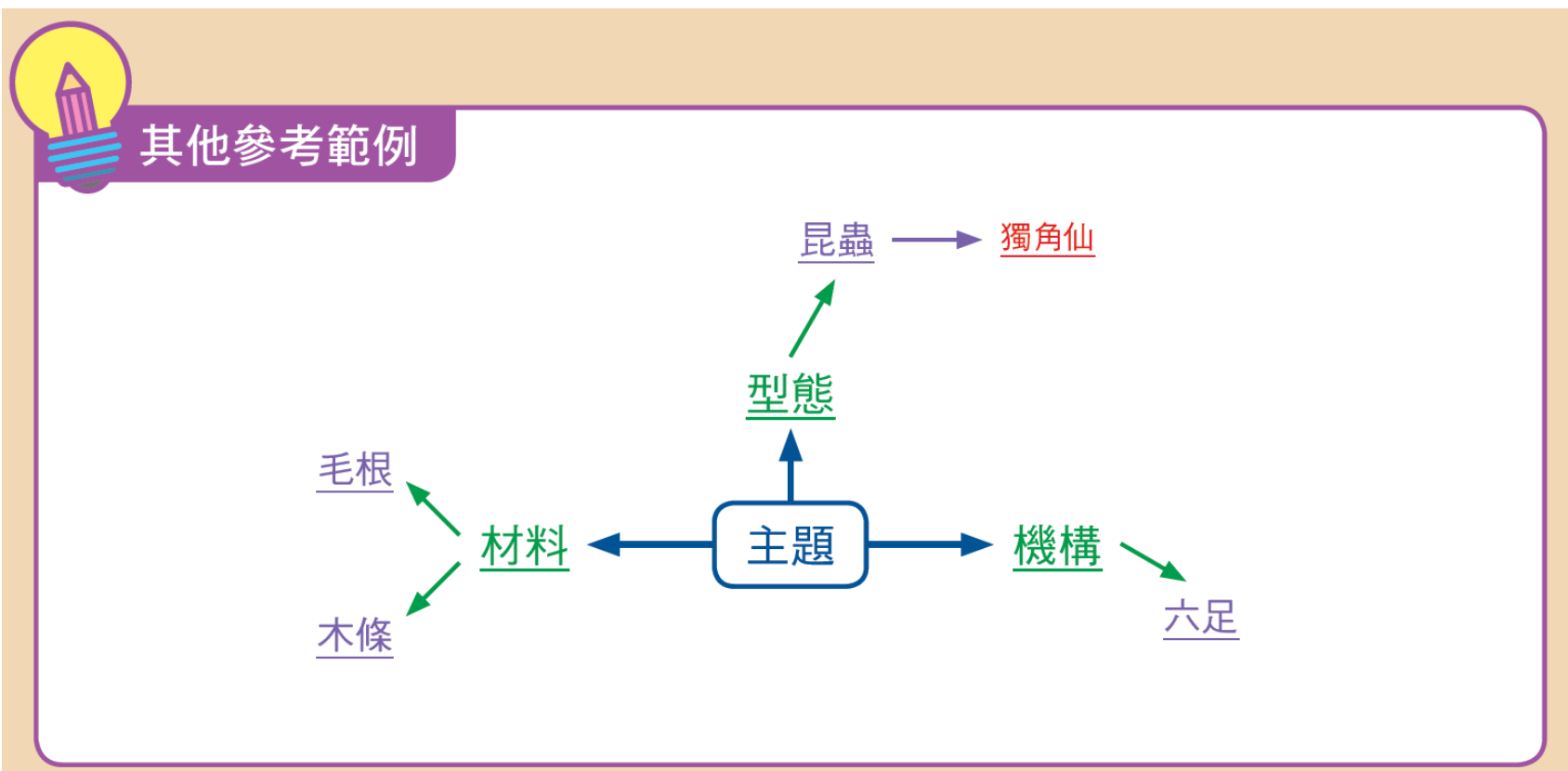
在開始設計之前，可以利用心智圖，思考一下主題，為仿生獸作一些有創意的主題規畫，可以依照機構、型態、材料等方面來聚焦喔！



的創意思考



在開始設計之前，可以利用心智圖，思考一下主題，為仿生獸作一些有創意的主題規畫，可以依照機構、型態、材料等方面來聚焦喔！

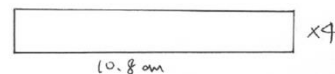
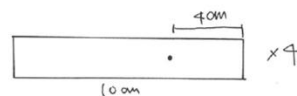
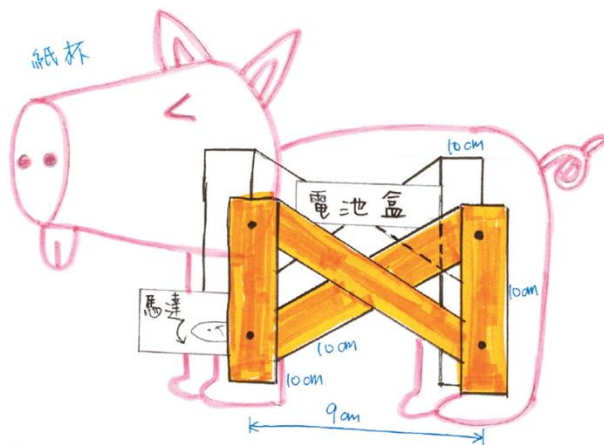


根據蒐集的資料與創意思考、團體討論的過程，選定仿生獸的機構樣式，繪製簡易的機構外型，並學習繪製線控電路圖草圖，了解馬達通路與斷路的原理。

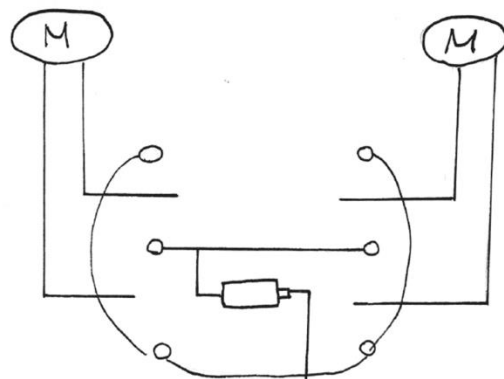




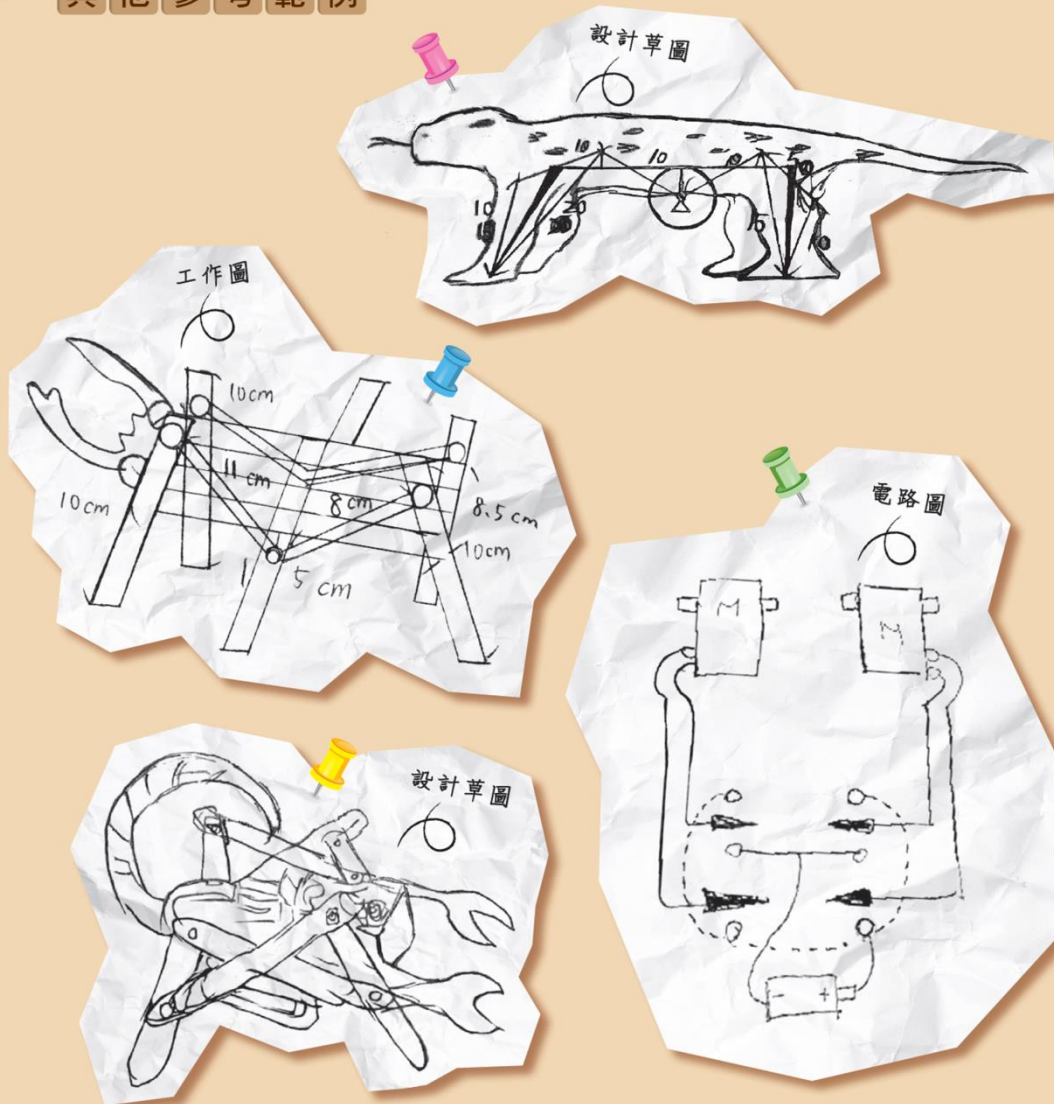
的設計草圖



..... 電 路 草 圖



其他參考範例



生活中有很多現有的材料都可以當作仿生獸的機構，即使是設計相同規格的構造，當使用不同材料時也會有不一樣的結果。老師可以提供相同的材料，也可以用各種不同的材料來讓學生比較，經過多方評估後選用最適合的材質。



不同類型 的材料



卡紙

裁切方便，但承重力不足容易變形。

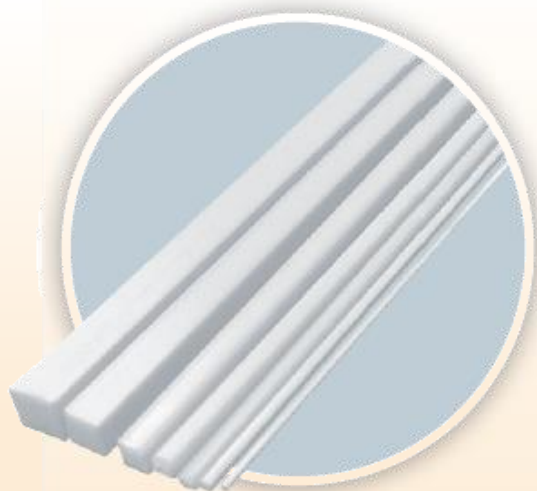
不同類型 的材料



珍珠板

好切，但也容易斷，穩定性不足。

不同類型 的材料



塑膠棒

硬度適中，但鋸切、鑽洞時會有異味。

不同類型 的材料



冰棒棍

可做為木材的替代品，但鑽洞容易裂開。

不同類型 的材料



木條

兼具質感與加工便利性，構造穩定。

不同類型 的材料



吸管

好剪斷，但因為是中空圓形，若用來當作連桿機構材料，不容易將桿件結合在一起。

不同類型的 材料



拼豆

常見的 DIY 材料，有多種顏色，可組合成各種創意造型圖案，加熱軟化後再次冷卻即可定型。因其有中空內圓的洞，使用它來套上竹籤後，可將桿件固定在所要的位置上。

不同類型 的材料



曲柄

我們可以使用 3D 列印機或雷射切割機來做出曲柄。