

明新科技大學 校內專題研究計畫成果報告

機械人頭部模組之開發

Development of Modules for Robot Head

計畫類別：任務型計畫 整合型計畫 個人計畫

計畫編號：MUST-97 機械-02

執行期間：97年3月1日至97年9月30日

計畫主持人：任復華 副教授

計畫參與人員：饒有銘

吳易陶

處理方式：公開於校網頁

執行單位：明新科技大學精密機電工程研究所

中華民國 97 年 9 月 30 日

摘要

本計劃擬開發表情機器人頭顱，以滿足擬真機器人之互動功能，此機器人頭顱包含了眉毛模組、眼睛模組、嘴部模組及頸部模組，所有模組共計 12 個自由度，由伺服機驅動，具省電、體積小等優點。機器人頭顱可呈現的靜態表情，包括：驚訝、恐懼、悲傷、厭惡、快樂、生氣等。機構設計中，眉毛模組採用牽引線帶動方式設計，眼睛模組分為眼瞼部份與眼球部份，眼瞼以一類間歇運動方式設計，使用雙滾輪互相牽引，使上下眼瞼呈現張開程度差別，眼球機構具三自由度，達成左右連動，上下獨立運動方式，嘴部模組以四連桿方式帶動下巴與嘴唇。頸部設計以達成三自由度運動為目標，在系統操控部份，使用多軸控制電路板。

關鍵字：機器人，表情機器人，機器人頭顱。

Abstract

This project plans to develop an emotional expression robot head in order to achieve the interactive function of humanoid robot. This robot head includes modules of eyebrow, eye, mouth, and neck. There are totally 12 degrees of freedom in modules. It is driven by dc servos that have low power consumption and small volume. This robot head can express surprised, frightened, sad, digest, happy, and angry feelings. In mechanism design, eyebrow module adopts flexible transmission with wire. Eye module includes eyelid and eyeball parts. Eyelid is designed similarly to an intermittent motion. Two partially interlocked wheels will make the upper and lower eyelids having different motions. Eyeball mechanism has three degrees of freedom that can achieve pan and tilt motions independently. Mouth module is a four bar linkage that moves chin and lips. The design of neck mechanism will make the head moving with three DOF's. In system control, a multi-axis control board is used.

Keywords: robot, emotional expression robot, robot head

誌謝

本計畫由實驗室同學共同努力執行，感謝班上同學俞均、智宏及學弟達鴻等提供意見及同心幫助下，使計畫順利完成。

目錄

摘要	i
Abstract	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	v
圖目錄	vi
第一章 簡介	1
第二章 機構設計	2
2-1 眉毛機構	2
2-2 眼瞼機構	3
2-3 眼球機構	6
2-4 嘴部機構	8
第三章 製作與組裝	10
3-1 加工製作	10
3-2 機構組裝	10
第四章 製作成果與討論	13
4-1 製作成果	13
4-2 成果討論	16
第五章 結論與未來展望	17
5-1 結論	17
5-2 未來展望	17
參考文獻	18

表目錄

表 4-1 實作機構動作表.....	14
--------------------	----

圖目錄

圖 2-1 初步表情設定.....	2
圖 2-2 眉毛機構組合圖.....	2
圖 2-3 機構前視圖.....	3
圖 2-4 眼瞼外型圖.....	4
圖 2-5 眼瞼運動機構.....	5
圖 2-6 眼瞼機構透視圖.....	6
圖 2-7 眼瞼機構組合圖.....	6
圖 2-8 眼球機構.....	6
圖 2-9 眼球左右轉設計.....	7
圖 2-10 眼球上下轉設計.....	7
圖 2-11 眼球轉動角度.....	8
圖 2-12 下巴與嘴唇機構.....	9
圖 2-13 下巴運動.....	9
圖 3-1 眼球機構組裝圖.....	11
圖 3-2 眼瞼機構組裝圖.....	11
圖 3-3 嘴部機構組裝圖 1.....	11
圖 3-4 嘴部機構組裝圖 2.....	12
圖 4-1 Pololu Serial 16-Servo Controller.....	13
圖 4-2 伺服機內部機構[6].....	13
圖 4-3 伺服機控制流程[6].....	14
圖 4-4 表情變化.....	15

第一章 簡介

機器人的研究在國內外都有許多，如美國、歐洲、日本、韓國、中國及台灣...等等，都有許多年的研究成果。不論是工業用機器人、醫療機器人、保全機器人、表演型機器人、接待型機器人或競賽型機器人等，依照所需要的功能進行設計製作，並改進功能而長時間研究。機器頭顱的研製主要使用在，保全機器人、表演型機器人及接待型機器人身上，因為此三種類型機器人，在表情的變化下更加生動。

國內外有許多關於頭顱製作的文獻，對於機構設計及模組化相關的內容，選出幾篇有長時間研究並具有代表性的成果加以說明。日本早稻田大學從 1995 年開始發展情緒表達類人動物機器人[1]，目標是發展有能力，且能自然地表達像人類一樣的情緒，能與人類溝通的類人機器人新機制和功能。美國 MIT 的 Breazeal 等人[2]的交際類人機器人，以自動控制的方式擺出戲劇性姿勢和吸引人的目光。他們以人類自然溝通樣式的方法傳達。例如：臉部表情、身體姿勢、手勢，注視方向、和聲音。讓人自然地與這些機器溝通。鄭欽元的具表情人臉機械頭顱之設計製作[3]，目標為設計製作展現多種臉部表情之智慧型機器人頭顱。考慮人臉部的肌肉運動方向，在機器人的矽膠皮膚控制點上，使用伺服機代替肌肉，拉動皮膚產生表情變化。美國 Hanson Robotics 公司[4]，主要進行機器頭顱的製作及販賣，設計給機械頭顱使用的皮膚，在色澤與外型都與真人皮膚相近，到 2007 年已有七種不同外型的頭顱，展現出的表情效果生動。日本 Kokoro-dream 公司[5]，除了開發出許多展示型的動物或劇場表演用人型機器人外，到 2007 年已有四種不同外型的頭顱製作，進行表情的變化展示，而設計目的主要是使用於招待，故除了頭顱設計外，還加裝了簡易移動的雙手，配合表情變化使用或指示方向。

本計劃開發機器人頭部模組，包括眉毛、眼瞼、眼球及嘴巴等部位，將每一個部位設定為一個模組，進行每一個模組的機構設計，再將完成設計的機構模組結合為一個機械頭顱，模組的目的在於可獨立設計及測試，進行整體組裝也不受分開設計的影響。對各部位進行初步機構設計、製作與組裝，再對能呈現的表情進行探討，希望可以達到更細膩且生動的臉部表情。

表情又分好幾種，眼睛、嘴巴或眉毛動一動，就有可能是一種表情。在這麼多種表情變化下，本計劃參考一些較為常用的表情，有高興、驚訝、生氣、厭惡、恐懼及悲傷等，進行表情的設計。在本計劃中主要呈現有眉毛形狀改變、眼瞼張開程度、眼球位置改變及嘴型的變化，並依照以上四種變化，呈現出表情的不同。

本報告分為五個章節，後續各章節內容介紹如下：第二章為相關眉毛、眼瞼、眼球及嘴巴等機構設計的說明；第三章為在組裝與製作的過程中一些相關問題探討；第四章為表情呈現的成果與機構一些問題的討論；第五章為結論與未來展望。

第二章 機構設計

在參考國內外製作的表情種類後，使用軟體設定 7 種表情，對機構設計製作訂出方向，確認表情變化控制點、機構的動作及機構的大小範圍等等。如圖 2-1，圖中共有七種表情變化，包括中性、驚訝、高興、悲傷、生氣、恐懼及厭惡等。

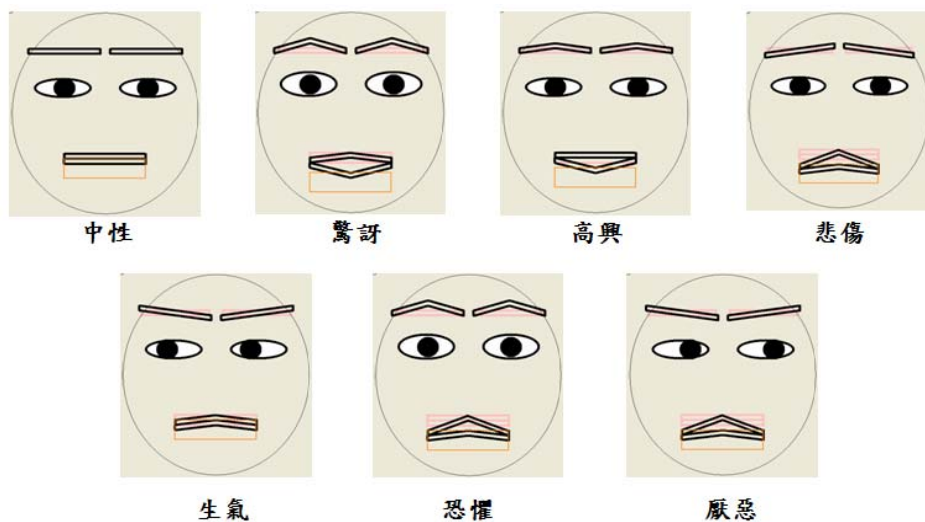


圖 2-1 初步表情設定

2-1 眉毛機構

眉毛位於眼睛與額頭中間的部位，可說是在眼睛的上方外圍，與眼睛很接近。眉毛的動作可高可低可彎可直，可加深眼睛在表情變化中的效果，也因為眉毛的變化，使得許多表情有了不同感覺。配合著喜怒哀樂的變化，眉毛也加強了表情的效果，使表情更深動。

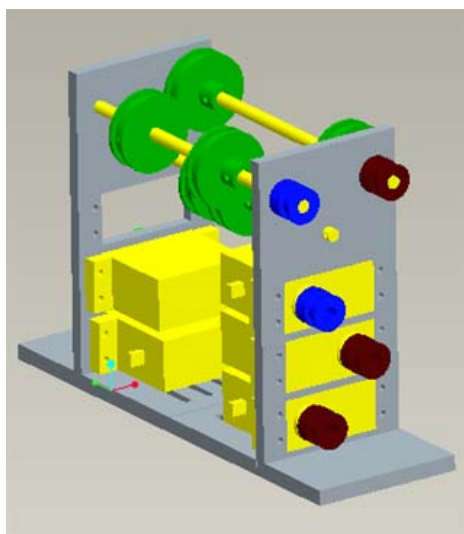


圖 2-2 眉毛機構組合圖

為了使眉毛可以做到直線、彎曲、內八或外八等變化，將眉毛分為三個控制點以上，分出越多控制點可以使控制選擇更多，但並非是最好的選擇，參照不同設計結果發現，四個分點是較多的分點設定，在本計劃中使用三個控制點，運用較少量的控制點達成不遜色於人的變化。在三個控制點中，最內部的點為固定點，另外兩個較外側的點為可變點，控制兩個變動點變化出需要的形狀。兩個控制點位移量為，向上及向下各為 10mm 的變化，在上下 20mm 的位置變化中，變化出所要的形狀。

機構由滾輪、軸桿、時規輪及底座結合，如圖 2-2 與 2-3。將滾輪固定在軸桿上，之後再架設在底座上，並使用伺服機驅動時規輪，由皮帶傳動後帶動滾輪轉動，滾輪用細線與眉毛連結，帶動眉毛上下位置變化。製作滾輪直徑為 25mm，滾輪轉動 10 度得周長約為 2mm，預計使眉毛向上 10mm，則滾輪需轉動 50 度。

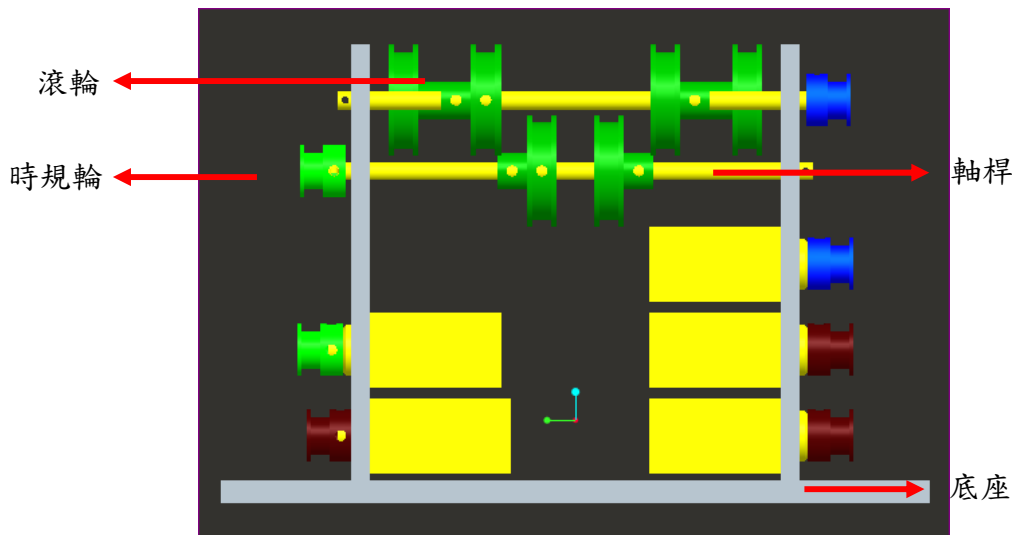


圖 2-3 眉毛機構前視圖

2-2 眼瞼機構

眼瞼，最接近眼球的部位，兩者在表情變化上，是屬於互相配合的角色，兩者分開後表現出的變化較單調，雖然眼瞼的動作只有開合，卻可以輔助情緒的變化，從閉合到一般再到驚訝等等。例如：驚訝與高興的差別，在眼瞼張開程度的不同，驚訝的情況下眼瞼需張開較高興大。眼瞼只有開合的功能，張開大小是影響表情變化的關鍵，在不同的表情下，眼瞼都有特定的定點位置，一個好的位置如何設定，位置調整則需要搭配眼球。眼瞼開的大小影響眼球外露的大小，眼瞼的變化也明確展現出來。眼睛為五官中的一項，當表情變化時，眼瞼與眼球互相搭配即表現出眼睛不同的表情。眼的變化第一步是眼瞼張開，如果沒有張開，就是休息狀態；張開程度的大小依照表情種類改變，眼瞼的重要性因此突顯出來。

眼瞼的功能在保護眼球，同時也會影響表情變化，如眨眼動作，既有保護的功能也是表情變化的一種。本設計一個眼瞼一個伺服機控制，眼瞼共兩個自由度，主要是觀察到人類眼瞼，有時是可以左右分開動作，並藉此提供表情變化上的不同。兩邊的眼瞼同動與否，以下分兩點探討。

- a. 眼瞼同動是最基本的動作，兩眼瞼張開角度可一致，也可節省伺服機的使用，控制程式容易編寫與管理，但是同動的缺點在變化少。
- b. 眼瞼左右分開動，左右眼瞼可出現不同角度的變化，可增加表情的變化，但眼瞼自由度增加，控制程式編寫及管理難度增加。

以人類的眼瞼為構思方向，眼瞼包覆於眼球之外，眼球運動為固定中心點的球體轉動，所以眼球運動時位置不變，眼瞼則要避免運動時與眼球碰撞。眼瞼外型如圖 2-4，包括兩個四分之一圓的眼瞼，加上一組兩個桿件帶動開合，一個半圓為一個眼睛的上下眼瞼，左右眼瞼由兩個半圓的組合。圖 2-4(c)左邊眼瞼張開角度為 5 度，與右邊眼瞼全閉相互對應，可形成特殊的效果。

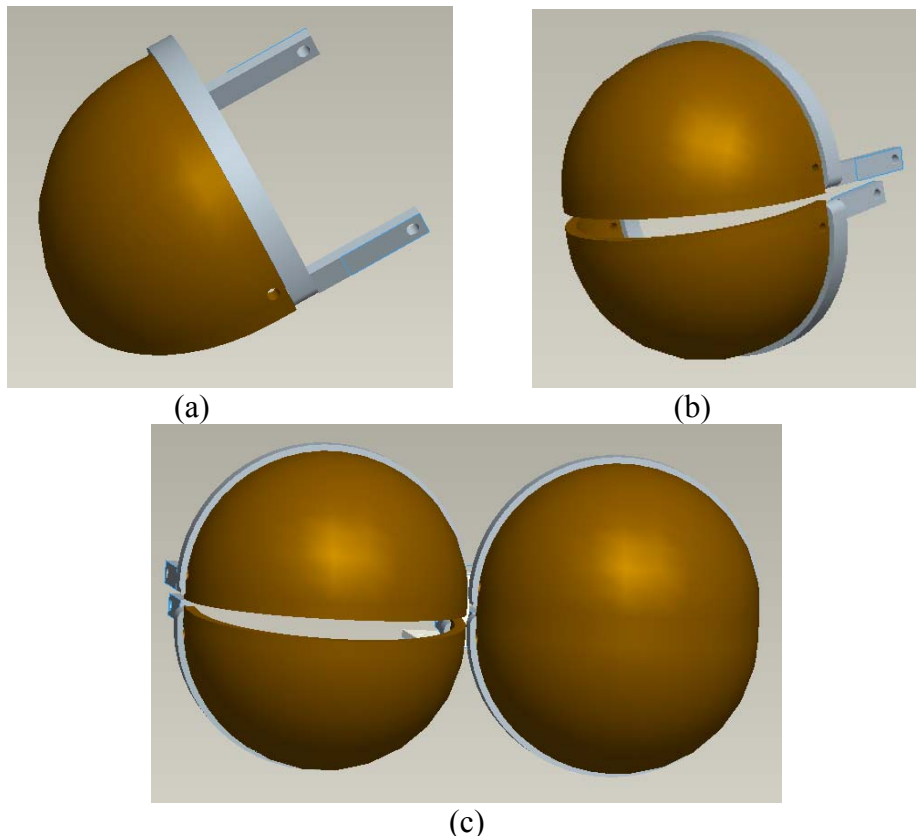


圖 2-4 眼瞼外型圖

一般人的眼瞼運動，是分為上下眼瞼運動，上眼瞼是主要的運動部位，下眼瞼運動量則較小。眼瞼運動以上眼瞼為主，因為上眼瞼張開的角度範圍較大，而下眼瞼只有少量運動，因此在眼瞼運動機構上的設計，就必須讓上下眼瞼的動作時間及角度，要有相對的差別性存在。本設計的眼瞼運動機構，是類間歇運動的運動機構，是當上眼瞼運動一角度後(約 10 度)，下眼瞼因為上眼瞼持續張開角度(約 5~10 度)影響，所以向下張開(約 5~10 度)，所以設計的眼瞼總運動量為 30 度。機構的動力來源是伺服機，由伺服機帶動時規輪皮帶傳輸驅動機構。人類的眼瞼運動，是上眼瞼動的多，下眼瞼動的少，所以眼瞼在閉合的時候，上眼瞼會向下蓋過眼球中心。本設計對於眼瞼位置劃分為，三等分劃分法，即為上眼瞼運動張開量的三分之二向上，下眼瞼向下運動三分之一，並由機構配合使上眼瞼較下眼瞼早開三分之一的量，而上眼瞼剩餘的三分之一量，與下眼瞼的三分之一量一同張開。當上眼瞼張開約 10 度角後，下眼瞼將跟著上眼瞼張開，張開角度上下眼瞼相同。

機構設計如圖 2-5，此機構由一個 L 型板為底座，加上兩個滾輪、兩個桿件及一個時規輪組成。綠色滾輪為主動輪，紅色滾輪為從動輪。當綠色滾輪缺口運動到紅色滾輪圓桿並與之嚙合產生互動。灰色滾輪為時規輪，與上方支撐桿同動，為綠色滾輪的動力源。下方支撐桿與紅色滾輪同動，動力源來自紅色滾輪。

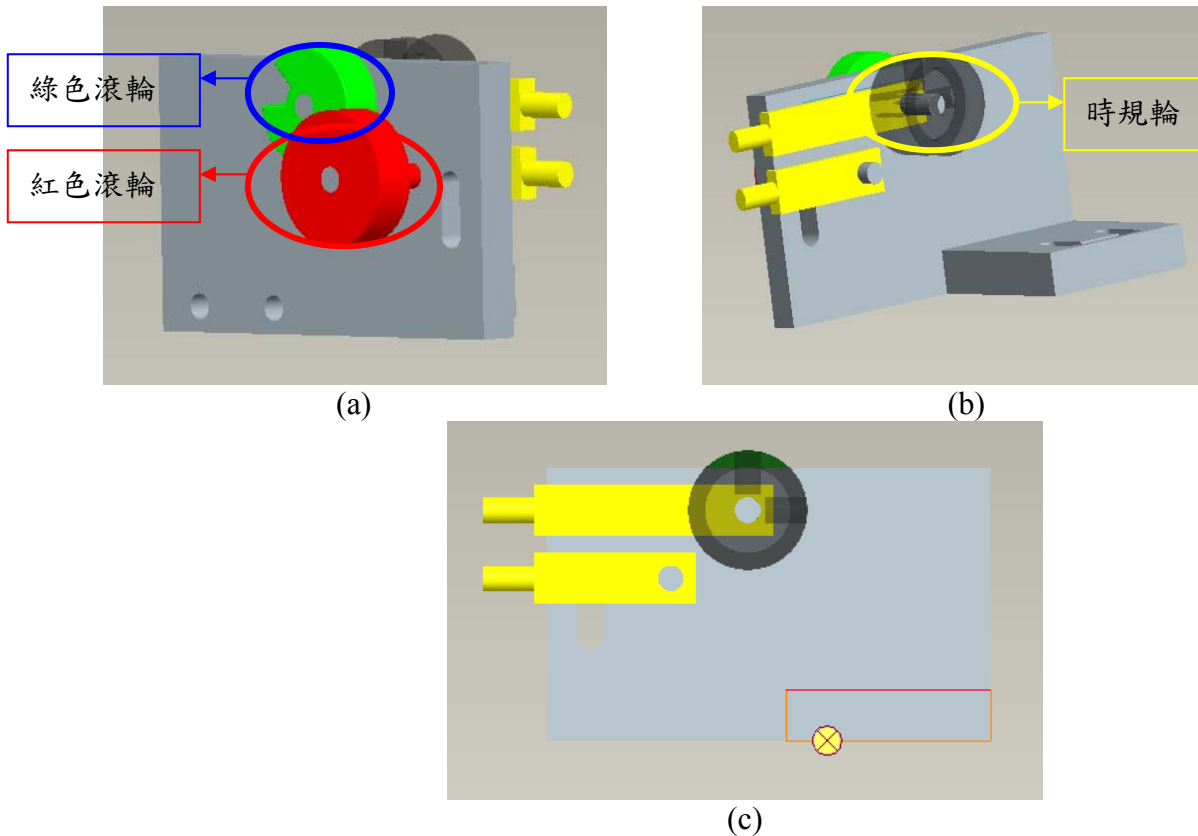
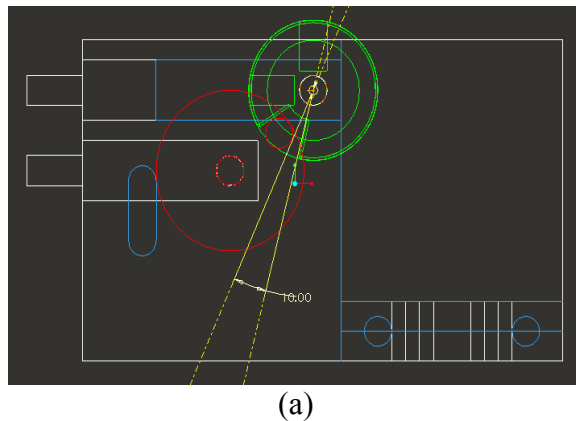


圖 2-5 眼瞼運動機構

如圖 2-6(a)，綠色滾輪轉動轉動 10 度後，會與紅色滾輪接觸，兩滾輪將反向運動，產生上下眼瞼的動作。在組裝時，要注意到眼瞼是否可以閉合，位置是否於眼球中心下方。圖 2-6(b)(c)，為眼瞼張開動作示意圖，(b)為上眼瞼張開 10 度的狀態；(c)為上眼瞼張開 20 度的狀態，並帶動下眼瞼張開 10 度。



(a)

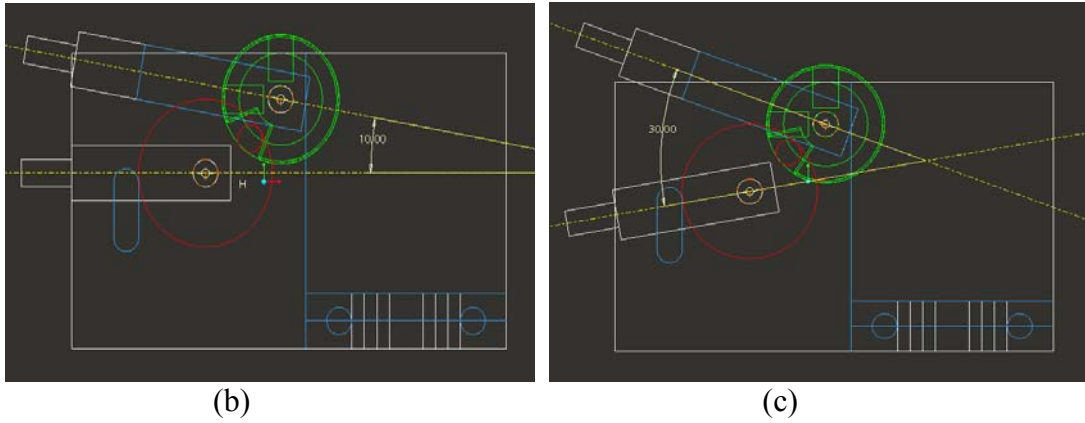


圖 2-6 眼瞼機構透視圖

人的眼瞼，在某些情況下，是可以左右分開運動的，因此會產生一些有趣的表情變化。所以眼瞼機構設計，以左右獨立運動為原則，目的就是希望眼瞼可以達到多樣的變化。將兩眼瞼分開動作，可以多出眨眼及大小眼的變化，比兩眼瞼同動更為有趣許多。眼瞼機構組合完成後如圖 2-7 所示。圖中左眼瞼為全開狀態，右眼瞼為半開狀態。

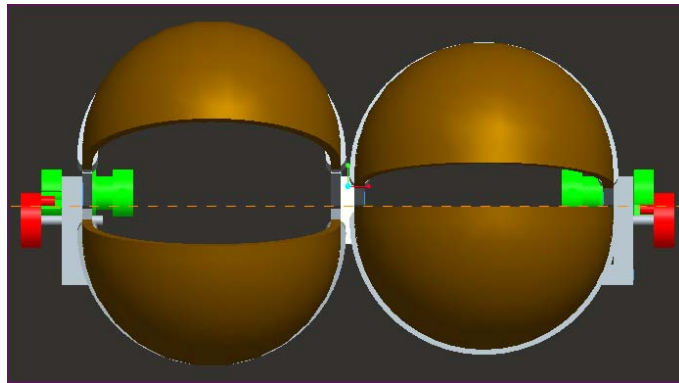


圖 2-7 眼瞼機構組合圖

2-3 眼球機構

眼球的運動並不大，運動的目的是為了擴大眼球的視角。眼球對於表情變化的影響，較眼瞼和嘴部對表情變化影響微小，但是在一些特殊的表情中，則會因為眼球是否有轉動，而強化表情效果的呈現。

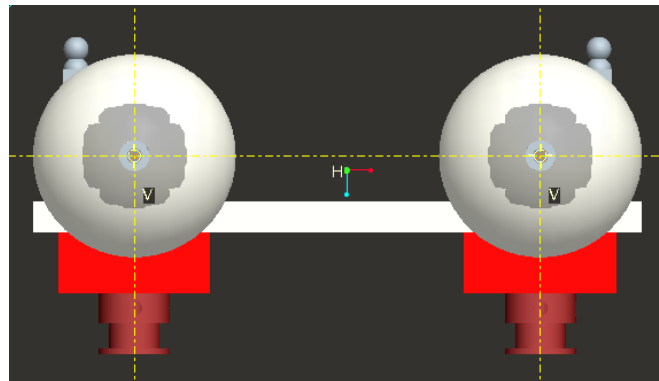


圖 2-8 眼球機構

一般來說左右兩眼球是同時運動的，當設定好注視目標物後，隨著目標物的方向，兩眼同時調整角度向目標物看去，並將注視物設定為焦點處。眼球上下左右的動作是在小角度上尋找物體時，所建立的運動方式，如果需要大動作的改變方向則需轉動頭部。當頭部不動的情況下，眼球的視角是有限的，同時對於兩眼性視野及眼球的轉動量，都因個人的眼部肌肉與組織的不同而有異，在本設計中眼球的動作分為上中下三個階段，與左中右三個階段來定義眼球位置與範圍。

本設計以時規輪帶動兩眼球機構，達到雙眼同時左右轉動的功能，如圖 2-9。在雙眼上下轉動的設計方面，採用伺服機驅動四連桿，將左右分開控制，如圖 2-10。在本設計眼球運動範圍上，將單眼球上下左右轉動設定為各 15 度，如圖 2-11。

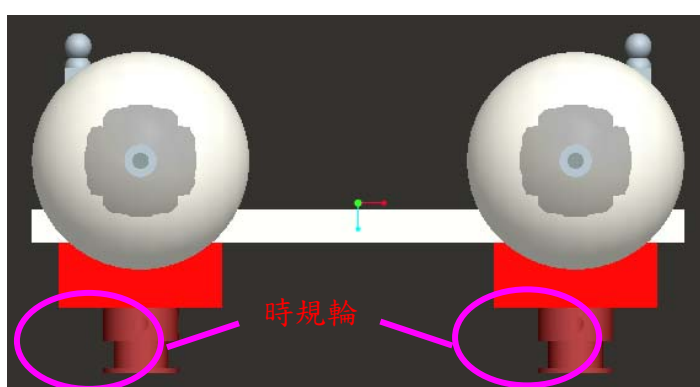


圖 2-9 眼球左右轉設計

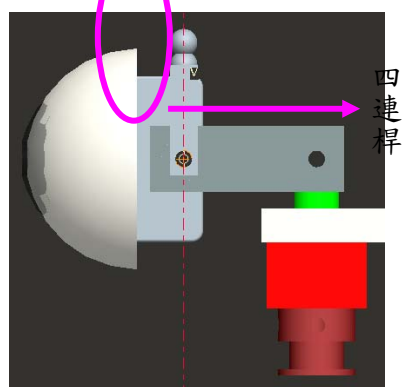
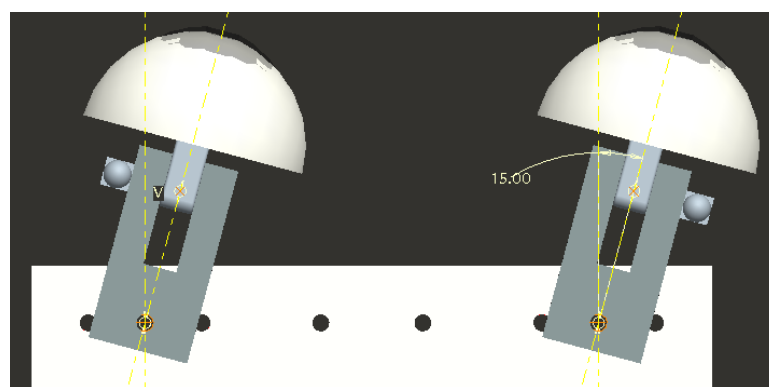


圖 2-10 眼球上下轉設計



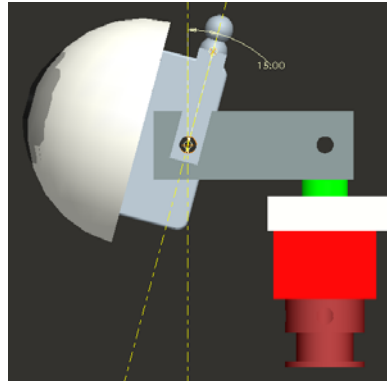


圖 2-11 眼球轉動角度

2-4 嘴部機構

嘴部包含了下巴與嘴唇。嘴唇的變化是影響表情的重要因素之一，嘴部只要有動作，嘴唇就會產生變化，嘴部單是下巴在動時，只有嘴唇張開程度的不同，但是加了嘴角的變化後，嘴部就可以有好幾種變化。一般人在嘴部的變化是最容易被看出來的，開心、生氣、悲傷、驚訝及俏皮等等，嘴部的變化不論大小，都會影響表情的變化，所以嘴是表情中最大變化的一個部位。

下巴產生的嘴唇外型變化，由一條閉合的唇線慢慢展開。在一開始的閉合狀態下，到後來張開狀態的過程中，加上嘴角向上或是向下的變化，可以有許多不同表情的呈現。下巴的動作可分為三種，第一種為下巴不張開，但嘴角會向上或向下動，嘴角向上是微笑如果向下就是沮喪；第二種為下巴張開一半左右，嘴角也會上下動，嘴角向上是高興反之向下是哭泣；第三種為下巴全開，但是嘴角不動，這樣的狀況會產生驚訝的表情。另外也有只動單邊嘴角的變化，可以產生不一樣的表情。

下巴可在張開的程度上做變化；嘴角除了可選擇方向是向上或向下，也可控制向上或向下的程度，外型變化可以有許多種。下巴的開合大小依照表情特色來決定，如：高興與驚訝就是兩種不同的張開程度。人的嘴巴而言，張開程度跟嘴的大小有關，因人而異。對於下巴張開的程度，本設計概略分為三個階段，第一階段是閉合狀態，第二階段是半開狀態，第三階段是全開狀態。

嘴部的設計上，使用了兩個自由度，分別在下巴與嘴角各一個，嘴唇配合下巴與嘴角的動作而變化，上嘴唇中央位置固定在上臉骨中央，下嘴唇中央固定在下巴骨上中央，上下嘴唇共同的左右兩邊嘴角分別為一個固定點。下巴是以伺服機驅動四連桿動作，下巴轉軸靠近頸部，這樣的設計是以人骨下巴為參考。嘴角的部分，是以一個伺服機帶動兩個滾輪，進而帶動嘴角的上下，屬於兩邊嘴角同上同下的設定，原因是在設定表情時，考慮到嘴角上下時的表情，以同上同下的變化較多，如圖 2-12。在本設計上，將下巴的運動量設定向下約 3 公分，總共旋轉了 20 度，分成兩階段每階段旋轉 10 度，如圖 2-13。嘴唇使用的材料是彈簧，彈簧本身有回復原狀的彈性，可以保持嘴唇原有的位置。在伺服機驅動嘴角動作時，卻必須克服彈簧的彈性，在伺服機的帶動下，嘴角兩邊可同時向上或向下各約 1 公分。

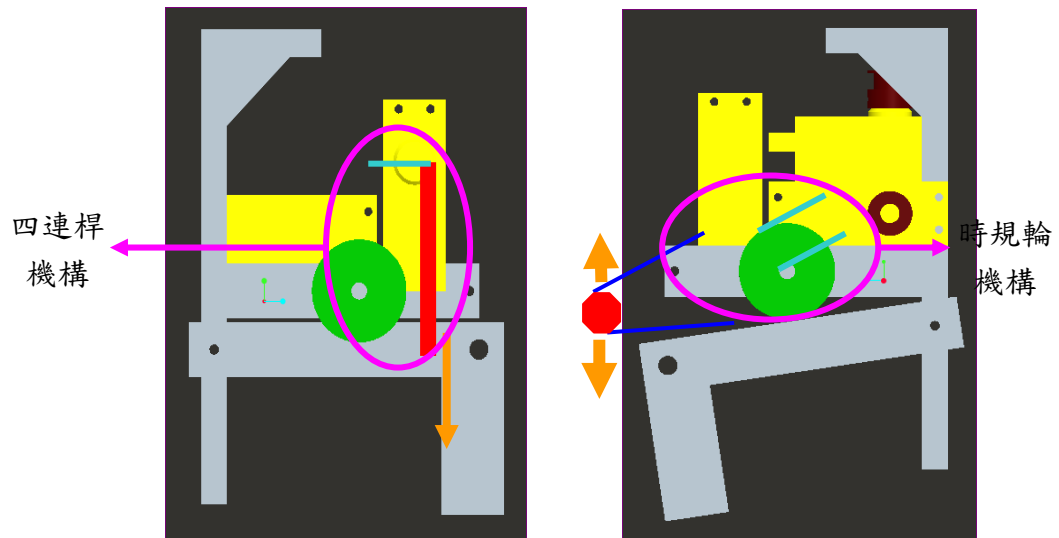


圖 2-12 下巴與嘴唇機構

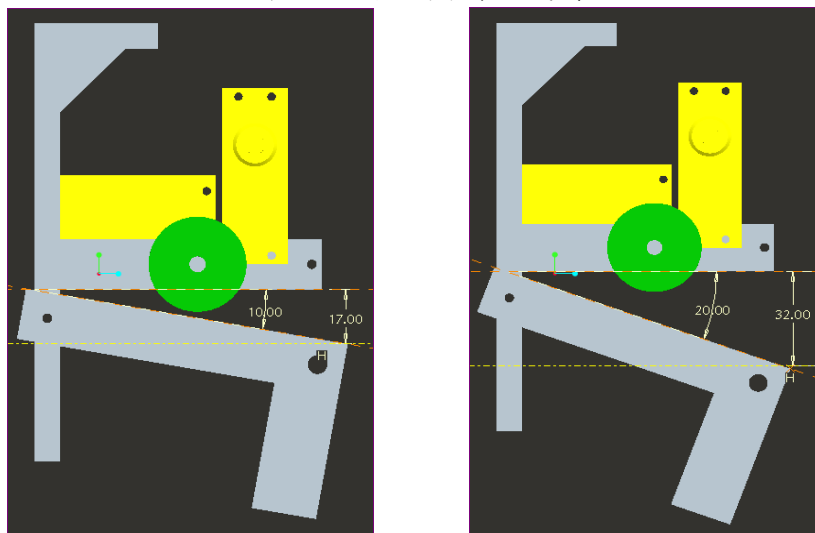


圖 2-13 下巴運動

第三章 製作與組裝

本設計採用 Pro/ENGINEER 進行設計，從單一機構 3D 圖面設計到 3D 圖組合，依照組合圖的缺點進行機構的修改。修改完成後的 3D 圖，將轉為 2D 圖面三視圖輸出，輸出後的平面圖，進行尺寸確認後，再將圖面送至加工廠加工。不論在 3D 或 2D 圖面上需進行圖面組立，檢查加工件配合是否需要修改，或尺寸設計有問題。

3-1 加工製作

製作零件使用的材料有鋁材與壓克力兩種，主要的考量因素在加工精度及受力強度。例如：嘴部模組中，下巴運動受力不大，精度也不用很高，所以使用壓克力材質。但在幾個較容易損壞的地方，如眼瞼及頸部就需要使用鋁材。

所以外包加工前，需要先確認加工材料。依照需要使用的材料不同，尋找不同種類的加工廠，例如：壓克力或鋁材。壓克力在加工過程中，會因為熱而產生變型，變形過後的尺寸與原設計約差 1mm 左右，在組合件上會有無法配合的情況發生。鋁材的加工精度往往比壓克力好，且強度夠不容易變型，工件配合度較高。而鋁材的缺點在於較壓克力重，使用在機構設計上，容易使設計重心偏移。目前鋁材加工廠的加工精度一般在 0.1mm 以下，可精密到 0.05mm 甚至是 0.01mm。

在設計到加工製作的過程中，有下列幾點需要注意：

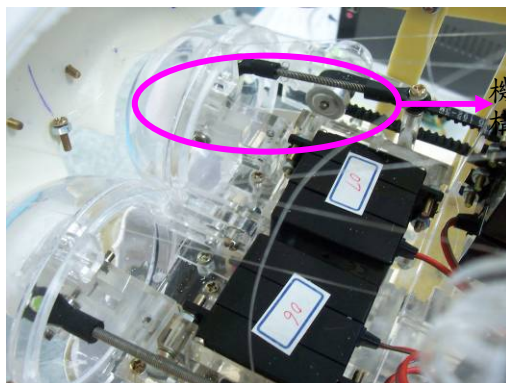
- a. 圖面尺寸是否設定正確，例如：鑽孔尺寸或中心點位置。
- b. 圖面配合是否正確，例如：工件間的孔位是否有配合。
- c. 加工公差的標示。

3-2 機構組裝

工件製作完成後，先檢查尺寸是否有誤，再進行機構的組裝。從小的機構開始組裝，完成眉毛模組、眼部模組及嘴部模組的組裝，例如：伺服機的安裝及伺服機與機構連結。之後是進行模組與模組間的組裝，調整完模組間組裝的問題後，整體機構組裝即完成。最後再對整體機構的位置變化、時規皮帶緊度及拉線的緊度進行調整，伺服機配電及控制電路板連結電腦等步驟後，進行表情動作之測試。下列有幾點需要注意：

- a. 工件加工尺寸是否正確。
- b. 各部位模組獨立組裝測試。
- c. 整體組裝測試，檢查模組間的配合度。
- d. 整理整體電路走向，避免電路影響機構的運作。

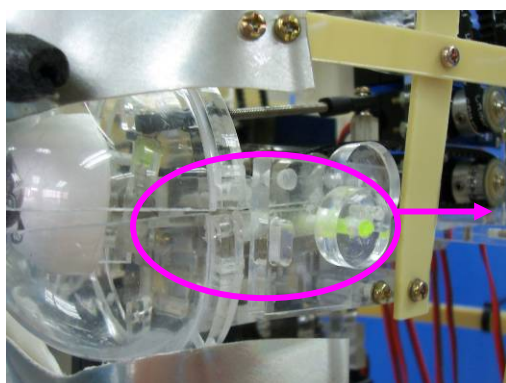
眼球單邊上下機構，由伺服機帶動四連桿機構，使眼球可以單獨上下運動，調整眼球在轉動時改變的上下位置，如圖 3-1。



四連桿
機構

圖 3-1 眼球機構組裝圖

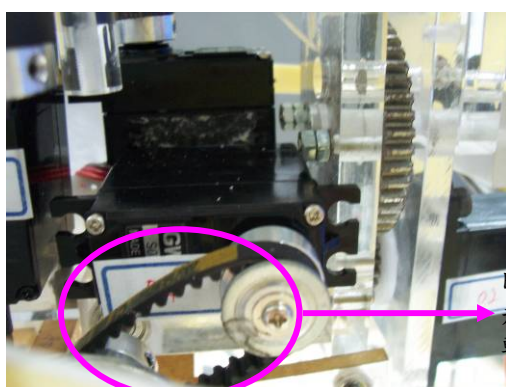
眼瞼雙滾輪組合裝置，帶動眼瞼開合動作，由雙滾輪轉動角度及半徑位置差，帶動上下眼瞼的張開時間與大小差別，如圖 3-2。



眼瞼傳
動機構

圖 3-2 眼瞼機構組裝圖

利用時規輪的傳動，使細線牽動兩邊嘴角的上下，改變嘴角的位置變化，如圖 3-3。



時規輪

圖 3-3 嘴部機構組裝圖 1

下巴開合的角度大小，經由四連桿機構帶動，傳達伺服機角度位置變化，改變嘴巴張開程度的不同，如圖 3-4。

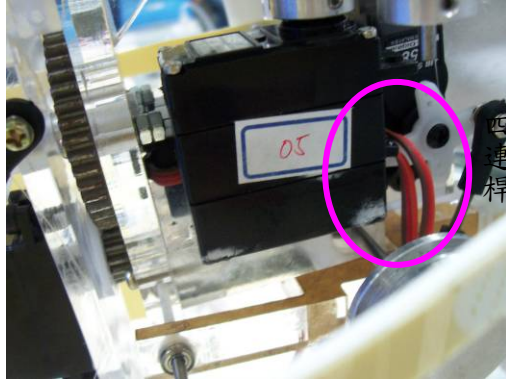


圖 3-4 嘴部機構組裝圖 2

第四章 製作成果與討論

設計製作最後重點並不是製作組裝，而是對於成果的探討，及了解製作的缺失問題，最後記錄缺點。缺點則是未來改進的方向。

4-1 製作成果

本設計中共用了 9 個自由度(伺服機)，分別是眉毛 2 個、眼瞼 2 個、眼球 1 個、嘴部 2 個。在伺服機控制上，使用 RS-232 介面的 Pololu Serial 16-Servo Controller 與電腦連接，控制扭力可達 8 Kg-cm，可分別控制 16 個伺服機的定位，需外接電路板 9V 電源及伺服機驅動 5~6V 電源，如圖 4-1。

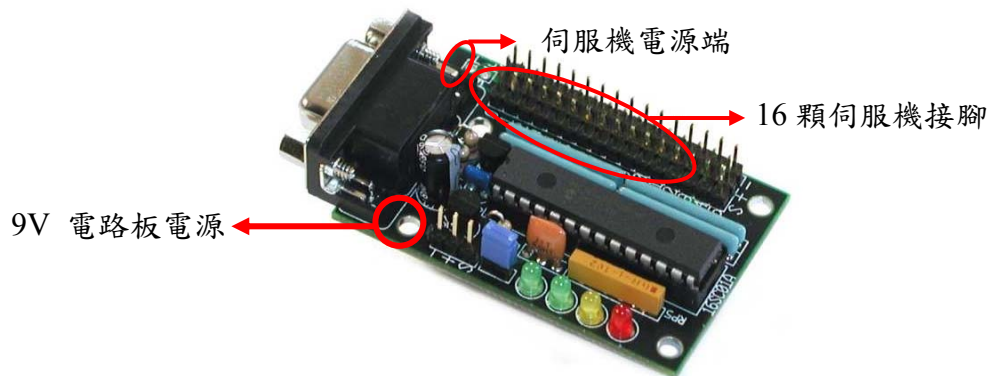


圖 4-1 Pololu Serial 16-Servo Controller

表情機器頭顱控制點均由伺服機帶動，伺服機包含了一個小型直流馬達、一組減速齒輪組、一個比例電位器及一個電子控制板，如圖 4-2。由小型直流馬達提供轉動動力，經齒輪組改變輸出扭力大小，減速齒輪組減速比越大輸出扭力越大轉速越慢。

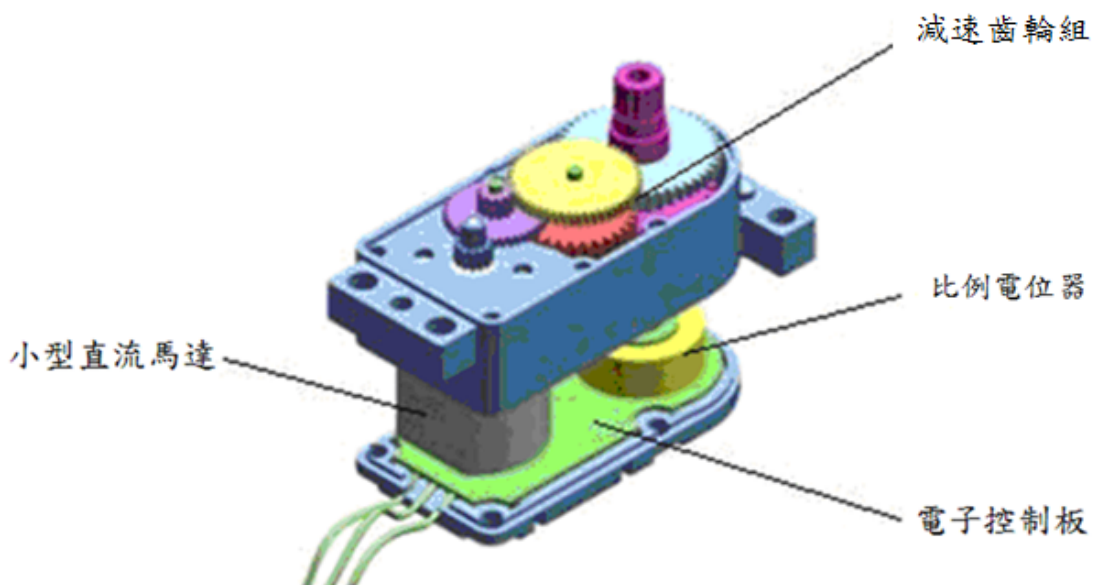


圖 4-2 伺服機內部機構[6]

伺服機的控制原理為一個閉迴路系統，如圖 4-3。脈衝訊號輸入後，控制電路將適當的電能傳給直流馬達使馬達轉動，馬達轉動齒輪組後輸出足夠的扭力，並轉動所需的角位置，比例電位器此時受到齒輪輸出的角位置，將轉角位置轉換為比例電壓送給電子控制板，電子控制板將輸入的比例電壓與控制脈衝進行比較，產生一個糾正脈衝，驅動馬達正轉或反轉，使齒輪組輸出的位置與原設定相符合，令糾正脈衝值為零，則達到伺服馬達精確定位之功能及目的。

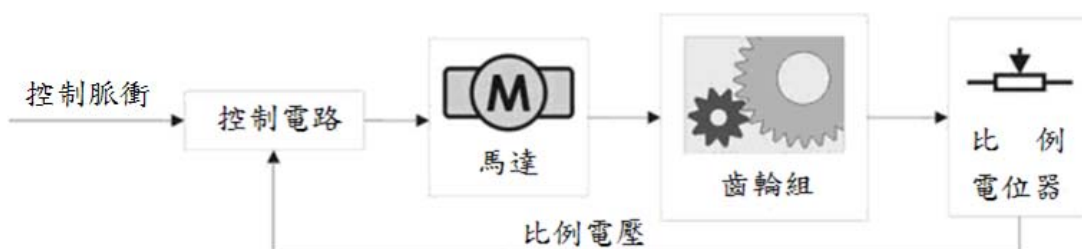


圖 4-3 伺服機控制流程[6]

依照原先設定的 7 種表情，製作相對應的機構後，配合電控定位，得到各部位動作的對應表，表 4-1 則是實作後機構動作種類表，眉毛動作依照彎眉、內八、外八等形狀分為四種；眼瞼動作依照張開程度不同分成兩種；眼球動作依照位置不同分為三種；嘴巴動作依照嘴唇的形狀分成五種。表情可依照不同部位的不同動作結合而成，也因此有了許多表情的變化。利用表格中各部位的不同動作，互相配合得到一共有 120 種表情變化。在眾多表情中，有許多不同的表情是會讓人有相似的感覺，所以在表情的使用上，需要對表情進行評估。

表 4-1 實作機構動作表

動作 部位	一	二	三	四	五
眉毛					
眼瞼					
眼球					
嘴巴					

依據前述之 7 種表情，中性、驚訝、高興、悲傷、生氣、恐懼及厭惡等。外加一種特殊表情，共計八種，經由本研究設計出的頭部模組，可適當呈現出各種表情，如圖 4-4。本設計原先設定朝向擬人化設計，希望製作出真人臉部變化的效果。表情變化雖然並非完美的呈現，也具有很大的修改空間，不過在本次研發過程的數據統計下，未來的修改動作變化及表情呈現也較明確。

本計劃中八種表情呈現的是機器人頭部之靜態動作，但是靜態動作的呈現並不足以完整表現出擬人表情的變化，因為表情變化並非完全是定點的位置控制，有些是連續動作狀態下產生的表情，或是定點表情呈現的同時，部分的機構不停的運動，如此一來呈

現出的表情，就可更加生動。

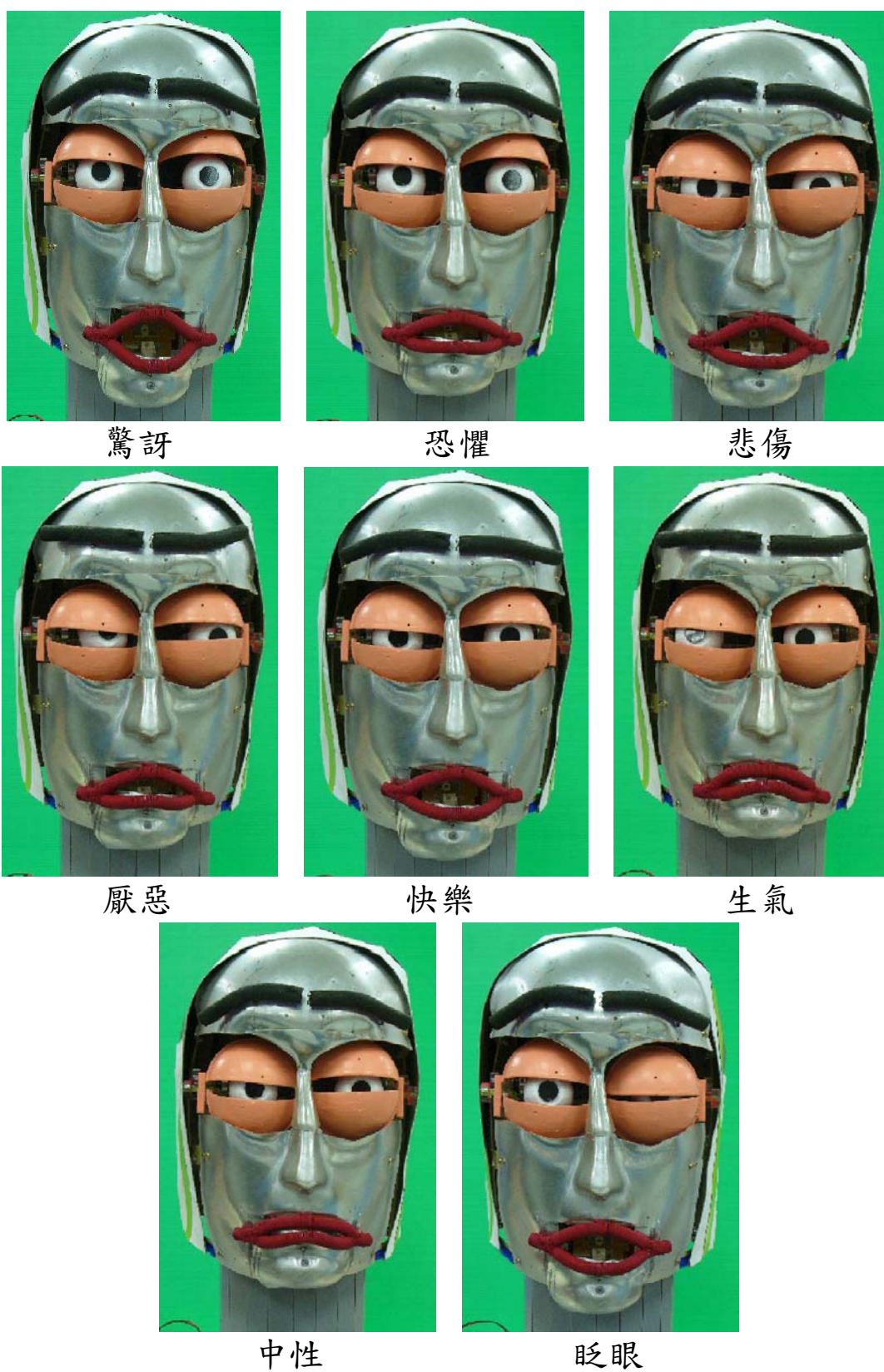


圖 4-4 表情變化

4-2 成果討論

在完成設計、製造及組裝後，表情已有了變化的呈現部份，但是對於組裝的過程，並非絕對的完美，並需要小心一些細節部份。對於各機構的製作組裝部分，及需要修改的地方，以下分別進行討論。

在眉毛的設計上因為是使用滾輪牽動細線，而後帶動眉毛上下位置的改變，所以機構設計上並不困難，但有下列幾個問題需要排除：

1. 時規輪帶動的情況是否正常，皮帶是需要拉緊的不能有鬆動的情況。
2. 細線與滾輪固定點連結是否有鬆脫現象。
3. 眉毛上下動作時，與外殼間的摩擦力是否大於伺服機的扭力。

眼瞼運動機構設計較為複雜，主因是可使用的空間受到許多限制，所以設計的機構就會較小，下列幾點組裝上需注意：

1. 兩個滾輪配合運動的位置，左右兩邊是否相同。
2. 上下眼瞼支撐桿件與兩滾輪配合是否正確，避免兩眼瞼閉合位置不同高。
3. 滾輪及支撐桿件與軸心間，均使用黏結的方式固定，無法修改使用。

眼球雖分左右兩眼，但在運動上是相同，所以機構設計大致相同，左右運動使用時規輪，上下則是四連桿機構帶動，在上下與左右運動時，要注意下列幾點：

1. 組裝時注意時規皮帶是否拉緊。
2. 雙眼運動時不可超越極限位置範圍。

嘴部機構分成下巴與嘴角，雖然下巴機構並不複雜，但是在嘴唇的部份是用彈簧做為材料，所以在嘴角機構組裝方面，要注意下列幾點：

1. 時規皮帶是需要拉緊的不能有鬆動的情況。
2. 牽動嘴角的細線與滾輪是否有鬆脫現象。
3. 外殼與細線之間的磨擦力是否影響動作。

在電控方面使用了 Pololu Serial 16-Servo Controller，所以可以控制 16 個伺服機的定位，數量是可以符合需求，下列幾點需注意：

1. 伺服機所使用電源的電壓及安培值均需注意，是否符合伺服機需求的 6V 電壓，且依照伺服機的數量增加，所需的安培值也要往上增加。
2. 伺服機的轉向及極限位置的設定

另外在材質的選用上，需要以重量及強度為優先考慮，重量不能過重，材質又要不容易壞，其次就是加工精度的好壞也很重要，加工精度關係到機構的組裝，所以製作的考量為輕、薄、強、準等方面。面對材料選擇上做一個比較，以壓克力及鋁為對應材料，壓克力較鋁輕，強度與厚度有關，所以一般設計上已 5mm 為基準，不考慮更薄的設計，如此厚度的壓克力也不重；鋁為金屬材質，強度較壓克力強，所以厚度可以在 1~3mm 之間作設計，也可以消除一些不必要的地方，以達到減輕重量的目的。在製作中主要使用壓克力，雖然重量較輕，但卻因為加工精度不佳的關係，影響組裝的配合度及運動時的功能，所以在之後的製作上必須考量到加工精度的問題，才可使設計功能發揮。

第五章 結論與未來展望

5-1 結論

本計劃完成了部分資料分析、模組製作、機構設計、組裝測試與表情變化等部份。對於機構設計與製作的部份，製作出的效果與原先設計上的差異是有的，出現在一些設計經驗及加工精度上，但整體的設計如預期的呈現出表情變化。在表情呈現的部份均有不錯效果，雖然無法與國外許多年的研究相比較，但完成本機械頭顱的製作，使未來在機械頭顱設計製作上，有更多的資訊可以參考，也有較多的經驗及想法可以進行改進，也使設計想法更能達成預期的效果。而對於已有的傳動點及問題點加以探討，找出改進的方向及未來努力的準則。改進缺點的目的，是為了在未來設計上可以更好，也將使表情變化作的更細膩，達到更好的擬人效果。動態表情的設定也許可以使表情更擬人，不過表情的呈現效果還是在機構的設計，所以在機構設計的定義及能力上，均需要再加強，已達到能夠完成動態機構的設立。對於機械頭部的發展淺力，也是相當看好的，因為這是被廣泛運用與接受度提升中的產品，也有許多人進行相關的研究，所以將來的發展能力會非常大。

5-2 未來展望

目前機器人頭部在表情呈現上面，是以靜態的方式呈現表情，也就是說表情呈現的同時，機構位置是不會改變的。這樣的設計只做到了擬人化表情的一部份，另外一部份則是動態的表情變化。動態的表情變化，是一種連續式的表情變化，往往是數種靜態表情間的連續變化，配合某些部位往復動作，以達到動態視覺的效果。例如：在靜態高興的表情下，讓嘴唇產生某方向的往復運動，使得表情變化看起來不停的笑。

未來的機器人不再是需要好的外觀而已了，更需要的是能夠與人互動的多樣化表情呈現，一個可以增進人與機器人互動的概念，為了這個概念努力去實行一個多樣化表情變化的頭部設計。當達到一個呈現表情的能力產生之後，則需要加裝可以使機器人能看、能聽及能說的裝置，即是將視覺和語音能與表情變化互相結合。使機器人能夠依照所看見的事物，作出表情的變化；聽到聲音能做出反應或是發出聲音回應，達到人與機器人互動的效果能力。

為使機器人有更好的擬人效果，使機器人融入人群中，讓更多的人接受機器人的服務，在外觀設計上以擬人的皮膚取代傳統的外殼。不光是在表情變化上更接近人的生動效果，也有更自然的表情變化。在人群中因為有皮膚設計的外型，可以讓人更自然的靠近與親近。

除了有好的外觀、視覺效果與連續的表情變化外，與人的互動效果也是必要的，所以需裝入一些感測器，例如光感測器、壓力感測器或紅外線感測器...等，這些感測器可以接收到人的互動訊息，使機器頭顱能反應互動，及呈現與人互動的表情變化。

參 考 文 獻

- [1] Kazuko Itoh, etc. (2004)" Various Emotion Expssion Humanoid Robot WE-4RII",Proceeding of the 1st IEEE Technical Exhibition Based Conference on Robotics and Automation,pp.35-36
- [2] Breazeal, C. (2000), "Sociable Machines: Expressive Social Exchange Between Humans and Robots". Sc.D. dissertation, Department of Electrical Engineering and Computer Science, MIT.
- [3] 鄭欽元，具表情人臉機械頭顱之設計製作，台灣科技大學機械工程系，碩士論文，2005。
- [4] Hanson Robotics： <http://www.hansonrobotics.com/gallery.htm>
- [5] Kokoro Company：
<http://www.kokoro-dreams.co.jp/english/robot/act/gallery.html>
- [6] 機器人技術論壇：<http://www.robotdiy.com/phpbb2/viewtopic.php?t=3762>，
20080829

明新科技大學 97 年度 研究計畫執行成果自評表

計畫類別： <input type="checkbox"/> 任務導向計畫 <input type="checkbox"/> 整合型計畫 <input checked="" type="checkbox"/> 個人計畫	
所屬院(部)： <input checked="" type="checkbox"/> 工學院 <input type="checkbox"/> 管理學院 <input type="checkbox"/> 服務學院 <input type="checkbox"/> 通識教育部	
執行系別：機械系(中心)	
計畫主持人：任復華 職稱：副教授	
計畫名稱：機械人頭部模組之開發	
計畫編號：MUST-97 機械-02	
計畫執行時間：97年3月1日至97年9月30日	
計畫執行成效	教學方面
	學術研究方面
成果自評	教學方面
	學術研究方面
計畫預期目標：機械人頭部模組之開發	
計畫執行結果：完成機械人頭部上眉毛、眼睛、嘴巴及頸部各模組之設計。	
預期目標達成率：100%	
其它具體成效：	
1 參與經濟部學界科專三年計畫(95-98)分項計畫四，設計開發互動式表情機器人頭顱。	
2 完成培育碩士班研究生一名。	
(若不敷使用請另加附頁繕寫)	