淡江大學電機工程學系

專題實驗

指導教授：周建興 教授

結合觸覺回饋之立體形狀模擬裝置設計

Design of three-dimensional shape simulation device combined with tactile feedback

專題生：邵才獻、沈奕辰 撰

中華民國109年9月

**目錄**

1. **序論.......................................1**

**1.1前言...................................................1**

**1.2研究動機與目的.........................................1**

1. **背景知識與相關研究.........................3**
2. **硬體裝置與軟體架構設計.....................6**

**3.1硬體裝置...............................................1**

**3.1.1螺桿與柱體(Pin).........................................1**

**3.1.2減速馬達................................................1**

**3.1.3馬達模組................................................1**

**3.1.4微動開關................................................1**

**3.1.5電路板..................................................1**

**3.1.6主控版..................................................1**

**3.1.7從端版..................................................1**

**3.2軟體架構...............................................1**

1. **裝置實際應用..............................14**

**4.1...............................................1**

1. **系統測試..................................18**
2. **結論與未來展望............................23**

**參考文獻..........................................26**

**第一章：序論**

**1.1前言**

沉浸式體驗是人們近年來在追求的一種效果，因為過往的體驗都僅僅是在視覺上而沒有觸覺、嗅覺等回饋，使得使用者無法進行全面的體驗，如今越來越多人開發出沉浸式體驗的相關裝置，並將此用在VR(Virtual Reality)遊戲或是一般的影片欣賞中，其中觸覺的體驗相當難呈現，因此有各式各樣的回饋方法被製作出來，相信這是一塊非常值得研究的領域。

**1.2研究動機與目的**

在觸覺回饋的領域中，一直都有人在研究都在能夠模擬所有物體的裝置，然而受限於技術及想法，這並不是一項容易的挑戰，許多人都對此做過研究，包括超聲波[1]、手指力回饋[2]等，而在其中有一項是利用柱體上下移動，以大量柱體的高低差模擬物體的裝置[3]，，我們認為這是可行性最高且能夠有效模擬物體狀態，所以選擇以此來進行研究。

**第三章：硬體裝置與軟體架構設計**

**3.1硬體裝置**

為了使得柱體(Pin)能夠上下移動，馬達帶動螺桿旋轉時，柱體(Pin)會跟著轉動，因此我們將柱體(Pin)用雷射切割的方形格子框住，所以當螺桿旋轉時，柱體(Pin)不會跟著轉動，而是因為摩擦力而上下移動，在配合上下移動的時間，就能夠將秒數換算成距離，將能夠控制所有的柱體(Pin)的位置，並且此裝置是可模組化的，可將更多同樣的裝置透過排在一起連接而組成更大的裝置，而非只能在單一的裝置上進行操作。

**3.1.1螺桿與柱體(Pin)**

為了使觸覺回饋效果最佳化，必須讓體積盡可能的變小，所以我們利用3D繪圖工具(Shapr3D)設計了5.5mm的螺桿(圖3.1.1)與12mm的柱體(Pin)(圖3.1.2)，並在柱體(Pin)內加上了與5.5mm相符的螺紋，因此便能將螺桿旋入柱體(Pin)中。

**3.1.2減速馬達**

在此裝置中我們使用的是傳動比為1：26.45、尺寸為6mm的減速馬達(圖3.1.3)，因為要使柱體(Pin)上下移動，必須有一定的力道克服摩擦力，此馬達的輸出扭矩足夠且移動速度符合裝置的需求，加上擁有體積非常小的特性，我們採用此馬達。

**3.1.3馬達模組**

為了讓馬達正反轉控制柱體(Pin)的上下移動，我們使用L9110馬達驅動版(圖3.1.4)來控制馬達，此馬達驅動版尺寸非常小，而程式部分只需一邊給高電位，另一邊給低電位，就能簡易控制馬達正反轉，並且一片驅動版就能控制2顆馬達。

**3.1.4微動開關**

為了確保每隻柱體(Pin)在歸位時能夠準確歸零，我們在每柱體(Pin)下都設置了微動開關(圖3.1.5)，將微動開關NC接上高電位、NO接上低電位，當柱體(Pin)向下移動觸壓到時便會讀取到NO的低電位，以此便能夠判斷是否歸位，同時避免馬達過度旋轉而燒壞。

**3.1.5電路板**

因為我們的裝置所需的電路相對複雜且必須盡可能的使體積變小，因此我們為裝置設計了專用的電路板(圖3.1.6)，並且送洗(圖3.1.7)。

**3.1.6主控版**

在主控版的部分我們採用Raspberry Pi 4(圖3.1.8)，這是一台微型電腦，只需一塊我們便能利用I2C來控制許多Arduino Nano，加上其體積小(大約是Arduino UNO的1.5倍)，因此造就了強大的便利性，只需接上螢幕就能使用圖形化介面操作，並且因為我們使用了Pyqt5來控制裝置，需要螢幕來顯示畫面，所以使用Raspberry Pi來做為主控版。

**3.1.7從端版**

從端版採用的是Arduino Nano(圖3.1.9)，最主要是因為其體積十分的小，腳位的數量也剛好足夠，此裝置所有的IO都是由Arduino Nano來接送，包括控制馬達與接收微動開關的訊號。

**3.2軟體架構**

我們使用Raspberry Pi作為I2C的Master，Arduino Nano作為Slave，

Raspberry Pi作為控制所有Arduino Nano的總管，而每片Arduino Nano控制一排Pin，並回傳資料(Pin高度)給Raspberry Pi，最後使用Pyqt來製作圖形化介面，即可對裝置進行簡易的操作及監控。

**第四章：裝置實際應用**

**4.1情景設計**

實際應用的部分我們設計了Pyqt圖形化介面，能夠簡易操控所有的柱體(Pin)，並利用已經設定好的3D形狀，直接顯示在裝置上，分別有XXX、OOO、PPP、QQQ，除此之外，我們利用影像辨識