

## 第五章 結論與未來展望

### 5.1 結論

本論文的研究目的在於希望對清潔機器人之導航與控制提供一個設計，因此我們對 Cleaning Robot 的研究領域做了探討，發現機器人的感測問題在機器人之研究中是最基本、最重要的基礎，假設機器人對於本身的感測系統有了嚴重的誤差，的確會嚴重影響其後續要進行的導航、運動控制等動作。除此之外，我們亦探討了各項感測系統，在比較之後發現了紅外線感測系統(IR Sensor System)在感測能力、解決問題，以及成本部分等方面要比其他感測系統，如超音波系統、影像系統要簡單、適合許多；而在清潔機器人控制部分，運用了左右來回移動之行為狀態控制，用以符合室內環境的需求。

本論文共計完成了：

1. 運用紅外線感測系統感測環境，在前方之感測器感測物體再利用側邊之紅外線，可以解決清潔機器人之朝向角與牆面之不確定性，輔助機器人做沿著牆壁走的清潔運動。
2. 此外搭配左右來回清潔運動與設計之校正角度紅外線感測器，在左右來回運動清潔執行當中，每當遭遇牆面時便可以對於由軸編碼器所造成之累積誤差做某種程度的補償，大大增加左右來回運動所執行清潔任務完整性。
3. 考量清潔機器人必須移動至尚未清潔的區域，因此亦設計出能夠產生數位訊號之紅外線 Landmark，以輔助機器人辨識環境之位置，完成清潔任務。
4. 完整清潔任務執行，運用左右來回移動的導航方式，並結合 Landmark 辨識、記憶障礙物訊號、Homing 機制；使得清潔機器人對準於紅外線 Landmark，使之閃避障礙物，並且移動至前方待清潔區域，待返程可繼續先前未及清潔之障礙物後方區域，若障礙物移開亦可清潔未及清潔之區域，以完成清潔任務。

但是在實際應用上其紅外線受到光源以及反射物之顏色的影響也是我們該考量的地方，利用紅外線偵測前方物體則若物體顏色不同則只是偵測的距離遠近改變，但若是利用紅外線校正機器人移動之角度，紅外線反射的情況將會大大影響其校正的好壞，其發生情況有可能會收不到紅外線回波或者提早收到回波，也因此改善紅外線感測系統的收到不同物體所產生紅外線回波的不確定性，或者將紅外線回波做模型分析則是此感測系統的重要工作。

## 5.2 未來展望

紅外線感測系統用於清潔機器人，乃在於運用紅外線感測資訊以幫助清潔機器人完整地板清潔之任務。目前雖然紅外線感測系統的資訊已有效地在清潔機器人上使用，但是仍有許多可以加強與改進的地方，使機器人可以更能符合實際的需求：

1.增進位置估測的能力：導航機器人的位置估測，與機器人導航的設計有著相同的重要性，當機器人的位置估測擁有一定的準確程度時，機器人才能夠做出有效率或是成功的導航。而紅外線 Landmark 形式的位置估測法，則無法運用在太多障礙物的環境當中，因此我們有必要發展一可以修正誤差的全域定位法，才能使得導航機器人擁有更強的導航能力。

2.改善紅外線的感測能力：紅外線在感測時由於遭遇不同之材質、不同顏色之物體，以及會因為當時光線的不同，而產生不同能量的回波，並因此會造成偵測距離不一，也因此會造成感測上的缺陷；所以在感測設計上必須能夠更加周詳，並結合其他感測系統或使用不同之紅外線感測元件，或者將感測距離縮短，將會使得環境感測系統更具可靠性。

3.增加清潔機器人移動行為：由於清潔機器人所在的環境有所不一，因此所設計之各項行為並不能完全符合所有的環境；因此必須再增加所需要的運動方式，使得清潔機器人移動更加地健全，完全符合清潔之任務。