

1. 簡介

1.1 研究動機

隨著經濟的發展，國人擁有自有車輛的比例越來越高，加以人口不斷的增長，台灣本身的土地又有限，因此停放車輛已是交通的一大難題。現今停車場系統多設有剩餘停車位顯示的機制提供駕駛者做參考，但是往往不夠精確，導致駕駛者在停車場裡耗費相當的時間尋找停車位，一方面浪費油料，另一方面也造成環境的污染；再者有些停車場的規模龐大，駕駛者在停妥車輛後，再回來取車時常會忘記原先車輛的停放處，必須花費不少時間來尋找車輛，因此我們提出智慧型停車場系統來解決上述的問題。

在智慧型停車場系統中，車場的監控及車輛追蹤均在其中扮演著重要的角色。車輛追蹤配合導引燈號可以引導進入車場的車輛直接至有空位的地方，如此可以免除車主自己尋找空車位；同時系統也可以知道該車的停放位置，在稍後車主回來取車時，車主可以藉由系統立即知道車輛的停放位置，避免因忘記停車位而盲目尋找。而車場內之監控系統可以監視車輛在停車場內的狀態，例如若有事故或意外發生時自動錄影供日後查証責任歸屬之用；又場內有不尋常事件或災害發生時，可以立即提醒車場管理人員。以上所述的車輛追蹤與車場監

視功能，視覺系統均在其中扮演重要的角色。

視覺系統所用的攝影機一般可分成靜態與動態兩種，所謂靜態攝影機指的是攝影機本身的位置及視軸均為固定，此種攝影機在被用來追蹤車輛時，常會遭遇互相遮蔽（mutual occlusion）的問題。例如在一車道時，若同時有好幾部車出現，且相互靠近，則彼此之間就有互相遮蔽的情形產生。雖然我們可以將攝影機的架設方式稍作改變，例如增加攝影機視軸的斜率（見圖 1.1），如此雖然可以改善遮蔽的問題，但也會縮小攝影機的監看範圍。又若我們想要多方向的監視車道時，則必須架設多支不同方向的攝影機，如此不但增加成本費用，也增加處理的複雜度。此時使用動態攝影機會較理想；此種攝影機的光軸可以改變方向，包括平移和轉動，它可以經由平移降低遮蔽的影響，也可經由轉動來多方向監視車道，但主要的缺點是不能同時追蹤多個物體。因此如果有一種攝影機能以單一 view 同時監看多個物體，且能將遮蔽的影響降至最低，又能多方位監看，將為一理想的攝影機。環場攝影機（omnidirectional camera）提供了上述的需求，因此本研究選定環場攝影機作為提供影像資訊的主要設備。

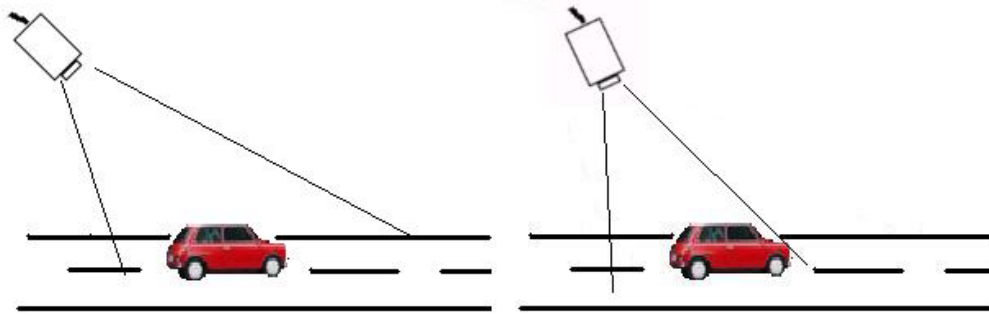


圖 1.1(a)

圖 1.1(b)

圖 1.1. (a)圖為攝影機的 optical axis 與車行方向夾角為 45 度角的情況，(b)圖為攝影機的 optical axis 與車行方向夾角為 65 度角的情況。

在車輛追蹤及監視系統設置時首先要做的工作就是要確定環場攝影機的架設位置，我們要保證所有環場攝影機的視場 (field of view, FOV) 能完全覆蓋整個停車場所要監控的範圍，若停車場的規模不大或許我們可以用人手設定，但是若考量到一般停車場規模皆不小，如師大停車場能夠容納上千車輛停放，若是以人工設定將是一項艱難之工程。本研究提出一套演算法則來自動決定環場攝影機的架置位置，可以完全監控整個停車場，並且產生一 environmental map，將來可供車輛追蹤之用。

1.2 相關研究

本文所要探討的問題實際上可以看成是一種覆蓋的問題 (covering problem)，此類問題已被廣泛探討[Dan01]。圖 1.2 顯示覆蓋問題的分類，首先覆蓋問題可粗分成 geometric covering 以及 non-geometric covering；geometric covering 指的是欲被覆蓋的範圍為

幾何圖形，例如三角形、矩形、多邊形、圓形...等等，而 non-geometric covering 顧名思義指的是欲覆蓋的範圍為非幾何圖形，例如在生物科技中常有給予基因樣本(template)，想在一長串的基因序列中找出所有類似樣本的段落，從另一種角度來看，也就是樣本可以覆蓋基因序列中的那些部分。本文所考慮的問題屬於 Geometric covering 問題的一種，其又可再細分成 finite point sets 及 shapes 兩類，差別在於欲被覆蓋的集合為離散或連續集合，本文所考慮的問題屬於後者，亦即 shape 類，其又可再分成 covering 及 decomposition 兩種；在 decomposition 類中，我們可以想像在給予一集合 P ，它如何可被 $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ 中的子集合 q_i 's 剛好完全覆蓋，亦即 $P = \bigcup_{q_i \in Q} q_i$ ；但在 covering 中則只要 $P \subseteq \bigcup_{q_i \in Q} q_i$ 即可；圖 1.3 顯示此兩類問題的區別。本文所探討的問題屬於 covering 類別，此類問題屬於 NP-hard 的問題[Cul88]，到目前為止仍被繼續探討中[Mot90]。

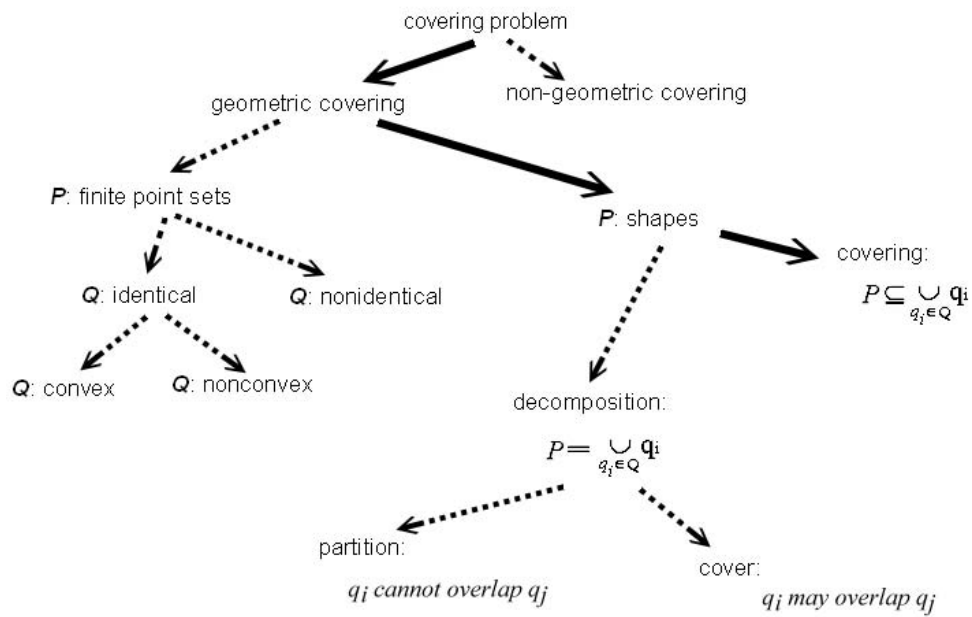


圖 1.2. 覆蓋問題的分類，粗線指引的路徑為本文所研究問題的分類。

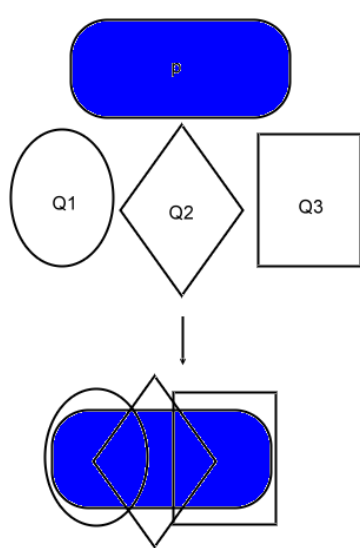


圖 1.3(a)

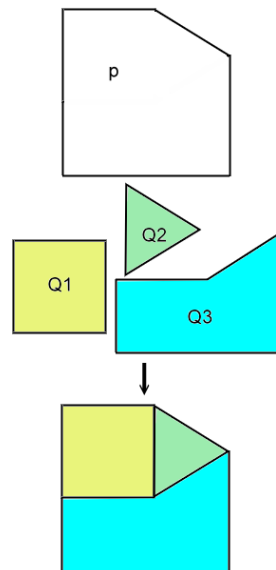


圖 1.3(b)

圖 1.3 covering 及 decomposition 的示意圖 (a) covering 的示意圖，其中 p 為欲覆蓋的問題，Q1、Q2、Q3 為用來覆蓋的圖形 (b) decomposition 的示意圖，其中 p 為欲覆蓋的問題，Q1、Q2、Q3 為用來覆蓋的圖形

過去有人將覆蓋技術運用在清潔用機器人上[Luo02]，他們討論

的是如何規劃出一條路徑使得清潔機器人可以將一環境內範圍都清掃得到，也就是能將整個環境都覆蓋到。在[Her96]的研究中提出一 on-line 的 terrain-covering 演算法，運用在海底地形偵測用機器人上，其中機器人身上的 sensors 可以感應鄰近地形，形成一近似多面體，然後將 3D 的地形垂直投射到 2D 平面上，於此 2D 平面上規劃路徑，由於是三維計算所以複雜度較高，若遇到地形有洞穴時必須額外紀錄此環境資訊，因為在近似多面體投射於 2D 平面後並不能看出是否有洞穴存在。[Hof95]及[De97]提出一種 template-based 的方法，此演算法將機器人的動作分成五種形式，分別為直線進行、迴轉、側移、八字型路徑及返回原路徑，分別運用在以下狀況：無障礙物、遇到邊界、遇到牆角且側移之後仍有路可走、大範圍無障礙物的狀況，以及障礙物出現在欲清潔的區域中，此方法的計算複雜度亦很高；[Fu99]使用裝設在機器人身上的超音波及紅外線 sensors 來得知外部環境資訊(例如牆壁及障礙物)；Fu 也預先定義了一些機械人的行為，包括找尋牆壁、沿著牆壁行走、碰撞避免、原地轉彎及橫移，因為這些行為都以直線路徑的方式來完成，所以在處理非線性介面的障礙物時無法完全覆蓋區域。[Luo02]使用類神經網路中一修改過的 Hopfield model [Fre92]，其中將環境中未清潔的區域視為激發刺激源，而視障礙物為抑制刺激源，如此機器人在欲清潔的環境中行走時會被尚未清潔的區

域吸引，被障礙物所排斥推擠，如此可規劃出一條最佳路徑，此法因未事先定義機械人的行為，所以可以處理非線性的環境。

本研究將運用路徑規劃的方法，首先將 2 維的覆蓋問題簡化成 1 維的問題，接著利用得到的一維路徑，考慮其上的覆蓋問題。第一部份我們修改[Luo02]的方法，來規劃一條能完整覆蓋整個停車場的路徑，然後沿著此路徑利用我們提出的類神經網路來放置環場攝影機，達到完全監控整個停車場的目的。

1.3 論文架構

在第二章中我們首先將所考慮的問題轉換成一覆蓋的問題，然後介紹環場攝影機，再描述解決此問題的流程；在第三章中我們描述環場攝影機校正的過程。第四章則討論攝影機的佈設細節。第五章討論如何產生 environmental map。第六章展示實驗結果。最後第七章為本論文做一總結並探討未來可能的研究方向。