

國立臺灣師範大學
資訊工程研究所碩士論文

指導教授： 陳世旺 博士

俯視型行人計數系統

A People Counter Using Top-view Video
Sequences

研究生： 羅安鈞 撰

中華民國 九十七 年 五 月

致謝

在這裡首先感謝我指導教授陳世旺老師的教導，在師範大學碩士求學日子裡，每週都撥出時間與我們討論研究，提供我研究方向與方法的專業建議。當我們生病了，會打電話來關心我們，令我非常感動，相信這是很少指導教授做得到的。

再來，我也萬分感謝實驗室裡的幾位博士班學長，首先謝謝王俊明學長，指導我的論文以及研究方向，每當我遇到研究瓶頸時，適時地給我正確的方向及觀念，給予相當大的幫助，我能畢業全靠學長及教授幫忙。從我新生就一直教導我的鍾允中學長，就像是個可靠的大哥。方瓊瑤學姊以及張祥利學長，總是給我許多鼓勵。我也要感謝每位和我同實驗室的同學學弟：建富、柏諺、雨農、國鵬、智偉、志成、亭凱、宗儒、士祥、士棋，帶給我歡樂，隨時提醒我研究及生活瑣事，特別是志成，幫我最多忙。

最後，我必須感謝我的父母，讓我在碩士的兩年裡無需承擔經濟壓力，專心研究，三不五時打電話來關心。還有哥哥安凱，時常來台北關心我，教我修理機車。以及我的女朋友偉君，認識五年了，一直照顧著我，有妳真好。

摘要

俯視型行人計數系統

國立台灣師範大學資工系 羅安鈞

本研究目的是發展出能計算區域範圍內經過的行人數之系統，利用攝影機模擬人工觀測的方式，取得所需的監測影像序列。本系統分為行人偵測和行人計數兩大部分，行人偵測主要工作為前景(foreground)擷取，行人計數的工作則為行人追蹤及計數。

在行人偵測中，最常遭遇的問題就是光影的變化及影像的雜訊，所以我們提出利用兩張連續影格的物件偵測方法，用較短時間差來減少光線影響，並使用較不受影像中雜訊影響的邊緣作為物件邊界，最後由邊緣及注意力區域將物件的邊界以 Level Set 方式封閉取出，使得影像中的行人區塊擷取出來。

在行人計數中，為了解決行人區塊彼此之間重疊合併或分裂以及不同攝影機架設角度下行人區塊形狀多變的問題，我們使用粒子濾波器(particle filter)進行行人的追蹤。粒子濾波器藉由同時提出多種假設並藉由統計算出運動模型來預測出移動物體的位置及形狀等狀態。本實驗中利用橢圓來代表粒子濾波器中的行人狀態，並使用橢圓的中心位置、大小、形狀、顏色等為特徵，量測出粒子與所追蹤行人區塊特徵值之間的相似程度(likelihood)，以更新每個粒子的權重值，再由計算粒子之期望值狀態，作為行人追蹤結果。之後我們將行人區塊依照其追蹤過程，定義成不同的行進狀態(state)，藉由狀態之間的轉換，進行行人數量統計。

由各種行人之間分裂合併測試，以及雨天、晴天、夜晚、和長時間高行人流量等各種環境實驗結果得知，本研究所提出之技術對於快速移動及物體大小改變顯著之行人，均有良好的追蹤效果。

關鍵字：行人計數、Level Set、粒子濾波器

ABSTRACT

A People Counter Using Top-view Video Sequences

In this thesis, we propose a bi-directional people counting system based on top-view video sequences. The system is divided into two sub-systems: people detection and people tracking. For people detection, we extract foreground object by two features of object: attention region and the boundary between objects and background. The attention region is generated by motion detection. Since people may stay at same location, our system should consider the stopping objects into attention region. Then we can use level set method to extract the objects. For people counting, we use particle filter to tracking objects to solve object merge-split problem. Each particle is represented by an ellipse. One object is tracking by a set of particles. The likelihood function of the particle weight is defined by location, color, and shape style. Using expect state to be output of our system. Then we use the tracking result to count number of people. Our system has been tested in different lighting conditions (e.g. weather, time, and environment) and using video sequences catching from different camera types (e.g. ordinary, and fish eye cameras) to show the robust of system.

Key words: people counting, level set , particle filter.

目 錄

第一章 簡介	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 文獻探討.....	5
1.4 論文架構.....	10
第二章 系統架構	11
2.1 系統設置.....	11
2.2 系統運作.....	13
第三章 行人偵測	16
3.1 前處理.....	17
3.1.1 Canny 邊緣偵測.....	17
3.1.2 背景邊緣影像的建立.....	21
3.2 注意力區域偵測.....	22
3.3 前景物擷取.....	25
3.3.1 物件邊緣偵測.....	25
3.3.2 收縮邊界.....	26
3.4 暫時停滯物決定.....	30
第四章 行人計數	33
4.1 粒子濾波器簡介.....	33
4.2 行人追蹤.....	35
4.3 實作粒子濾波器追蹤單一行人.....	41
4.4 相似程度及定義.....	47
4.4.1 距離相似程度定義.....	47
4.4.2 形狀大小相似程度定義.....	51
4.4.3 色彩相似程度定義.....	52
4.5 粒子濾波器用於多個行人追蹤.....	55
4.6 行人數量統計.....	58
第五章 實驗成果	61
5.1 行人區塊的合併與分裂.....	61
5.2 各種場景環境測試.....	68
5.3 高行人流量環境測試.....	72
第六章 結論及未來方向	77
6.1 結論.....	77
6.2 未來方向.....	78
附錄	
參考文獻	

附表目錄

表 5.1	晴天場景之雙向計數結果.....	69
表 5.2	雨天場景之雙向計數結果.....	71
表 5.3	夜間場景之雙向計數結果.....	72
表 5.4	行人計數結果統計表.....	75

附圖目錄

圖 1.1	錢櫃 KTV 人數統計系統.....	4
圖 1.2	SOGO 行人計數系統.....	4
圖 1.3	SOGO 行人計數系統架設位置圖.....	4
圖 2.1	魚眼攝影機取像結果.....	12
圖 2.2	攝影機與場景關係示意圖.....	13
圖 2.3	系統架構圖.....	15
圖 3.1	行人偵測流程圖.....	16
圖 3.2	角度分段示意圖.....	19
圖 3.3	邊緣偵測影像.....	21
圖 3.4	背景邊緣影像.....	22
圖 3.5	原始影像.....	24
圖 3.6	影像中變動區域.....	24
圖 3.7	邊緣影像.....	26
圖 3.8	內部力示意圖.....	28
圖 3.9	曲線收縮過程圖.....	30
圖 3.10	前景物擷取結果.....	30
圖 4.1	粒子濾波器步驟流程圖.....	40
圖 4.2	粒子濾波器流程示意圖.....	41
圖 4.3	粒子狀態橢圓分佈圖.....	44
圖 4.4	期望值輸出結果.....	46
圖 4.5	各種類型的距離定義.....	48
圖 4.6	Chamfer 影像轉換圖.....	50
圖 4.7	Chamfer mask 示意圖.....	50
圖 4.8	粒子橢圓與前景區塊關係示意圖.....	51

圖 4.9	色彩直方圖示意圖.....	53
圖 4.10	行人追蹤流程圖.....	56
圖 4.11	多人追蹤結果.....	58
圖 4.11	行人計數狀態圖.....	60
圖 5.1	合併與分裂情況圖.....	62
圖 5.2	2-to-1 merge 實驗結果.....	63
圖 5.3	1-to-2 split 實驗結果.....	64
圖 5.4	1-to-2-to-1 split-merge 實驗結果.....	65
圖 5.5	2-to-1-to-2 merge-split 實驗結果.....	66
圖 5.6	bi-directional inverse merge 實驗結果.....	67
圖 5.7	晴天場景光影變化強烈.....	68
圖 5.8	晴天行人.....	68
圖 5.9	晴天場景.....	69
圖 5.10	晴天場景偵測失誤情況.....	69
圖 5.11	雨天場景困難點.....	70
圖 5.12	雨天場景.....	70
圖 5.13	兩人共用雨傘.....	70
圖 5.14	夜間場景環境.....	71
圖 5.15	夜間場景三人通過.....	71
圖 5.16	晴天場景原始影像.....	73
圖 5.17	晴天場景追蹤結果.....	73
圖 5.18	前景偵測錯誤圖.....	75
圖 5.19	室內高流量場景追蹤圖.....	76
圖 6.1	3D 人物模型.....	79
圖 6.2	多面體投影示意圖.....	79
圖 6.3	所得到之二維投影.....	80

圖 6.4 Chamfer distance matching 示意圖.....	80
--	----