

# Illumination determination and object-shadow removal in a multiple light source environment

林曉菁、曾逸鴻

E-mail: 9806118@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Generally, the living environment is dimmer at night; therefore, it is possible for thieves invade our house at this time and increase the crime rate. Accordingly, light is necessary in the living environment but moving object will cause a wrong judgment when wisdom supervisory system detect the moving object. The main reason is moving object will be affected by multi-light environment and project several shadow. For this purpose, this research is about eliminating objective shadows in order to make wisdom supervisory system can precisely detect the moving object. The light sources mainly come from the white and yellow lights which we usually see in general living environment. Before the research, the procedure is to adjust different color of light, create different shadow modes of impenetrable object, and automatically judge the characteristics of environmental light by shadow projection of corrector.

Keywords : multiple light source environment、Illumination determination、shadow removal

## Table of Contents

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝辭	iii
內容目錄	iv
表目錄	vi
圖目錄	vii
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	5
第三節 研究範圍與限制	7
第四節 論文架構	7
第二章 文獻探討	8
第一節 移動物體偵測	8
第二節 陰影判定	10
第三章 陰影模型建立	13
第一節 物體陰影樣本建立	13
第二節 陰影模型建構	17
第四章 環境光源特性判定	28
第一節 陰影位置偵測	29
第二節 光源特性判定	37
第五章 移動物體之陰影判別與去除	45
第一節 背景模型建立	45
第二節 前景物體偵測	47
第三節 陰影像素判斷及去除	50
第六章 實驗結果與分析	54
第七章 結論	65
參考文獻	67
表目錄	
表 2-1 移動物體偵測方法之比較	9
表 3-1 訓練階段之實驗影像分類	15
表 3-2 標準陰影像數點總數與Thw1、Thy1門檻	23
表 3-3 正確的陰影色彩門檻值	26

表 4-1 陰影像素位置與光源位置的推導 . . . . .	44
表 6-1 實驗影像分類 . . . . .	55
表 6-2 環境光源位置及數量之偵測結果 . . . . .	57
表 6-3 移動物體偵測結果 . . . . .	59
表 6-4 使用本論文各個去除陰影步驟，移動物體偵測結果 . . . . .	61
圖目錄	
圖 1-1 偵測出的前景物體包含了陰影區域 . . . . .	2
圖 1-2 多光源產生之多重陰影 . . . . .	3
圖 1-3 常見夜間室內光源環境之陰影效果(a)異色光源 (b)多人多光源 . . . . .	3
圖 1-4 不同透光性的物體，干擾到前景目標物的陰影 . . . . .	4
圖 1-5 異色環境光源對不同透光性物體產生之陰影效果 (a) 不透明物體(b)半透明物體(c)全透明物體 . . . . .	4
圖 1-6 訓練階段系統流程 (a)陰影模型之訓練 (b)環境光源特性之訓練 . . . . .	5
圖 1-7 測試階段系統流程 . . . . .	6
圖 3-1 校正紙示意圖 . . . . .	13
圖 3-2 陰影模型訓練之系統流程 . . . . .	14
圖 3-3 訓練階段之實驗影像 . . . . .	15
圖 3-4 背景相減後之差異圖 (a)不透明物體(b)半透明物體(c)全透明物體 . . . . .	16
圖 3-5 抽取前景物體之意示圖 (a)不透明物體(b)半透明物體 (c)全透明物體 . . . . .	16
圖 3-6 不同透光性物體之陰影 (a)不透明物體 (b)半透明物體 (c)全透明物體 . . . . .	17
圖 3-7 白燈下之物體和陰影，轉為RGB色彩空間之統計分佈圖 . . . . .	18
圖 3-8 黃燈下之物體和陰影，轉為RGB色彩空間之統計分佈圖 . . . . .	18
圖 3-9 黃燈下之物體和陰影，轉為YCbCr色彩空間之統計分佈圖 . . . . .	19
圖3-10 所得陰影像素色彩值，非常相近 . . . . .	22
圖3-11 使用Thw1和Thy1門檻，去除陰影後之意示圖 (a)原圖 (b)去除陰影結果圖 . . . . .	24
圖3-12 白燈下之不透明物體陰影正確門檻值 . . . . .	25
圖3-13 黃燈下之不透明物體陰影正確門檻值 . . . . .	25
圖3-14 測試，未使用Thw2、Thy2a、Thy2b門檻值之意示圖 (a)不透明物體(b)半透明物體(c)全透明物體 . . . . .	26
圖3-15 測試，使用Thw2、Thy2a、Thy2b門檻值正確與否之意示圖 (a)不透明物體(b)半透明物體(c)全透明物體 . . . . .	27
圖 4-1 不同光源數量所產生的陰影 (a)單一光源(b)多光源 . . . . .	28
圖 4-2 光源位置的遠近，所投射出的物體陰影 . . . . .	29
圖 4-3 異色光源，所投射出的物體陰影 . . . . .	29
圖 4-4 校正器 . . . . .	30
圖 4-5 環境光源特性判定之系統流程 . . . . .	30
圖 4-6 環境光源顏色 (a)白燈(b)黃燈(c)多光源(白+黃) . . . . .	32
圖 4-7 環境光源顏色之RGB分佈圖 (a)白燈(b)黃燈(c)多光源(白+黃) . . . . .	32
圖 4-8 環境光源顏色之門檻值 (a)白燈 (b)黃燈 (c)多光源(白+黃) . . . . .	32
圖 4-9 抽取校正器之陰影 (a)背景影像 (b)校正器 (c)差異圖 (d)校正器之陰影 . . . . .	33
圖4-10 邊緣遮罩 (a) Gx水平邊緣遮罩 (b)Gy垂直邊緣遮罩(c)3*3遮罩 . . . . .	34
圖4-11 (a)校正器之陰影(b)陰影邊緣偵測結果 . . . . .	34
圖4-12 單點霍夫轉換 . . . . .	35
圖4-13 霍夫轉換直線所得結果 . . . . .	36
圖4-14 陰影直線終點像素 . . . . .	36
圖4-15 光源與陰影之對角投射之關係示意圖 . . . . .	37
圖4-16 判斷環境光源示意圖 (a)直線b) t (c)斜線c (d)光源方位 . . . . .	38
圖4-17 不同光源位置，所呈現出的陰影 (a)拍攝畫面 (b)光源在1 (c)光源在2 (d)光源在3 (e)光源在4 (f)光源在5 (g)光源在6 (h)光源7 (i)光源在8 . . . . .	39

圖4- 18 八個光源位置 . . . . .	40
圖4- 19 角度的定義 (a)直角 (b)銳角 (c)鈍角 . . . . .	40
圖4- 20 根據關係條件找出大概光源位置 (a)鈍角, 陰影在校 正器右前方 (b)直角, 陰影在校正器左邊 (c)銳角, 校正器右後方陰影位置在近 . . . . .	41
圖4- 21 實際3D環境光源 (a)直角, 光源在平行端(b)銳角, 光源在近方端 (c)鈍角, 光源在遠方端 . . . . .	42
圖4- 22 八個陰影方向區塊示意圖 . . . . .	43
圖4- 23 陰影相對位置 (a)八個光源位置 (b)八個陰影方向 . . . . .	44
圖 5- 1 建立背景模型 (a)樣本影像(b) 建立完成的背景模型 圖 . . . . .	46
圖 5- 2 背景相減 (a)背景模型(b)目前視訊影像(c)背景相減結果圖 . . . . .	47
圖 5- 3 3×3結構元件 . . . . .	48
圖 5- 4 opening之結果影像(a)差?圖結果(b)opening結果 . . . . .	48
圖 5- 5 八向相?元件檢查 . . . . .	49
圖 5- 6 相連元件合併方法示意圖 . . . . .	49
圖 5- 7 合併相?元件 (a)元件未合併前(b)合併之後的元件相 連元件 . . . . .	50
圖 5- 8 陰影像素初步判定(a)環境光源顏色判定結果(b)使用陰影模型去除陰影之結果 . . . . .	51
圖 5- 9 判斷出的物體陰影大概區域 . . . . .	52
圖5- 10 陰影像素細部調整 (a)判斷光源位置 (b)陰影可能區域 (c)去除物體陰影之結果 . . . . .	53
圖 6- 1 實驗影像之示意圖 . . . . .	55
圖 6- 2 光源位置與數量之實驗影像示意圖 . . . . .	57
圖 6- 3 光源位置與數量之誤判情況示意圖 . . . . .	58
圖 6- 4 系統判定與人工判定之前景物體 . . . . .	59
圖 6- 5 未去除陰影, 移動物體偵測結果之示意圖 . . . . .	60
圖 6- 6 使用本論文方法去除陰影, 移動物體偵測結果之示意圖 . . . . .	60
圖 6- 7 使用陰影特性一去除陰影, 移動物體偵測結果之示意圖 . . . . .	62
圖 6- 8 使用陰影特性二去除陰影, 移動物體偵測結果之示意圖 . . . . .	62
圖 6- 9 使用陰影特性三去除陰影, 移動物體偵測結果之示意圖 . . . . .	63

## REFERENCES

- Elgammal, A., Harwood, D., and Davis, L. (2000). Non-parametric model for background subtraction. Proceedings of the 6th European Conference on Computer Vision, 757-761.
- Grest, D., Frahm J. and Koch, R. (2003). A color similarity measure for robust shadow removal in real-time. Vision, Modeling, and Visualization, 19-21.
- Hsieh, J. W., Hu, W. F., Chang, C. J., & Chen, Y. S. (2003). Shadow elimination for effective moving object detection by Gaussian shadow modeling. Image and Vision Computing, 21(6), 505-516.
- Hu, F. U., Zhang, Y. N. and Yao, L. (2005). An effective detection algorithm for moving object with complex background. International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 8, 5011-5015.
- Julio Cezar Silveira Jacques Jr., Jung, C. R. and Musse, S. R. (2005). Background Subtraction and Shadow Detection in Grayscale Video Sequences. Computer Graphics and Image Processing, 189-196.
- Kinoshita, K., Enokidani M., Izumida M. and Murakami K. (2006). Tracking of a moving object using one-dimensional optical flow with a rotating Observer. IEEE International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, 1-6.
- Levine, D. and Bhattacharyya, J. (2005). Removing shadows. Pattern Recognition Letters, 26 (3), 251 – 265.
- Lu, Y., Xin, H., Kong, J., Li, B. and Wang, Y. (2006). Shadow Removal Based on Shadow Direction and Shadow Attributes. Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, 37-37.
- Nicolas, H., & Pinel J. M. (2006). Joint moving cast shadows segmentation and light source detection in video sequences. Signal Processing: Image Communication, 21 (1), 22-43.
- Wangt, J. M., Chung, Y. C., Changt, C. L. and Chen, S. W. (2004). Shadow detection and removal for traffic images. Networking, Sensing & Control, 1, 649-654.
- Ohta, N. (2001). A statistical approach to background subtraction for surveillance systems. IEEE International Conference on Computer Vision, 2, 481-486.
- Rafael, C., and Richard, E. (2001). Digital Image Processing. New Jer-sey: Prentice-Hall.
- Sonada, Y., & Ogata, T. (1998). Separation of moving objects and their shadows, and application to tracking of loci in the monitoring images. Signal Processing, 2 (2), 1261-1264.
- Seki, M., Fujiwara, H. and Sumi, K. (2000). A robust background subtraction method for changing background. IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, 207-213.
- Salvador E., Cavallaro A. and Ebrahimi T. (2004). Cast shadow segmentation using invariant color features. Computer Vision and Image Understanding, 95 (2), 238 – 259.
- Shan, Y., Yang, F. and Wang, R. (2007). Color space selection for moving shadow elimination. Proceedings of the Fourth International

Conference on Image and Graphics, 496-501. Yu, X. & Leong, H. W. (2004). A Robust Hough-based Algorithm for Partial Ellipse Detection in Broadcast Soccer Video. Proc. of IEEE Intl. Conf. on Computer Vision, 27-30.