

出國報告(出國類別：其他(參加國際會議))

# 赴德國參加 IFA2009 歐洲消費性電子展以及第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會議心得報告

服務機關：國防部軍備局中山科學研究院

姓名職稱：宋柏誼 聘用技士

派赴國家：德國

報告日期：98.10.08

出國時間：98.09.05~98.09.12

## 出國報告審核表

出國報告名稱：赴德國參加 IFA2009 歐洲消費性電子展以及第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會議心得報告		
出國人姓名	職稱	服務單位
宋柏誼	聘用技士	國防部軍備局中山科學研究院
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>參加國際會議</u>	
出國期間： 98年09月05日至98年09月12日		報告繳交日期：98年10月08日
計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他 _____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式： <div style="border: 1px dashed gray; width: 100px; height: 30px; margin-left: 20px; text-align: center; color: gray;">保防官核章</div>	
審核人	出國人員	初審
		機關首長或其授權人員

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

# 報 告 資 料 頁

1. 報告編號： CSIPW-98Z-H0003	2. 出國類別： 其他(參加國際 會議)	3. 完成日期： 98年10月08日	4. 總頁數： 32
5. 報告名稱：赴德國參加 IFA2009 歐洲消費性電子展以及第三十一屆 圖像識別與處理技術國際研討會議心得報告			
6. 核准 文號	人令文號  部令文號	98.08.12，國人管理字第 0980011107 號  98.08.03，國備科產字第 0980010516 號	
7. 經 費		新台幣： 103,975 元	
8. 出(返)國日期		98年09月05日至98年09月12日	
9. 公 差 地 點		德國	
10. 公 差 機 構		IFA2009 歐洲消費性電子展  第三十一屆圖像識別與處理技術國際會議	
11. 附 記			

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴德國參加 IFA2009 歐洲消費性電子展以及第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會議心得報告

頁數 32 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

國防部軍備局中山科學研究院/張國仁/357082

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

宋柏誼/國防部軍備局中山科學研究院/第五研究所/聘用技士/357202

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他(國際會議)

出國期間：

出國地區：

98年9月5日至98年9月12日 德國

報告日期：

98年10月08日

分類號/目

關鍵詞：

光電感測辨識技術、圖像識別技術、圖像處理技術、光斑影像辨識。

內容摘要：

為執行九八年度經濟部科技專案「光電感測辨識模組與應用技術計畫」，派員赴德國參加 IFA2009 歐洲消費性電子展以及第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會議，以掌握光電感測及圖像辨識與處理相關技術之最新發展與國際技術水準，內容包含國外目前光電感測辨識相關技術於消費性電子產品的創新應用發展、影像特徵擷取技術、影像識別技術、影像分析技術、影像重建技術、影像物件動作與軌跡追蹤技術的研討；相關影像識別處理技術對於目前所執行光電感測辨識模組與應用技術計畫光斑影像比對與辨識極具參考與應用價值，俾利於技術的提升。

# 目 次

壹、目的.....	6
貳、過程.....	7
參、心得.....	31
肆、建議事項.....	32

# 赴德國參加 IFA2009 歐洲消費性電子展以及第三十一屆 圖像識別與處理技術國際研討會議心得報告

## 壹、目的

為執行九八年度經濟部科技專案「光電感測辨識模組與應用技術計畫」，派員赴德國參加 IFA2009 歐洲消費性電子展以及第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會議，以掌握光電感測及圖像辨識與處理相關技術之最新發展與國際技術水準，有助計畫在專利佈局規劃之考量，使計畫研發方向與市場應用相符。

IFA2009 歐洲消費性電子展展覽主題分為家庭娛樂(Home Entertainment)、音響娛樂(Audio Entertainment)、家庭應用(Home Appliance)、個人多媒體(My Media)、公眾媒體(Public Media)、通訊(Communication)、技術與零組件(Technology and Components)，針對計畫任務規劃，主要參觀重點則集中於家庭娛樂、家庭應用、個人多媒體、技術與零組件。

第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會議討論主題有影像目標的行動分析與追蹤(Motion and Tracking)、人物識別(Pedestrian Recognition)、影像特徵擷取(Features)、三維影像重建(3D Reconstruction)、機械學習與分類(Learning and Classification)、圖像識別與估測(Pattern Recognition and Estimation)、立體與多視角影像重建(Stereo and Multi-view Reconstruction)、影像分析(Image analysis)，依據計畫需求規劃，參與主題重點為目標行動分析與追蹤、影像特徵擷取、機械學習與分類、圖像識別與估測以及影像分析。

藉由此次出國任務，可瞭解歐洲在消費性電子產品之使用趨勢、市場創新應用發展與技術現況，提供計畫於相關技術研發與智財佈局之參考；參與圖像識別與處理技術國際研討會議可掌握以及蒐集光電感測與辨識相關技術之最新發展，可提供本計畫所需的光電感測與光斑影像辨識處理相關技術研究方向之參考，加速相關技術的開發與應用。

## 貳、過程

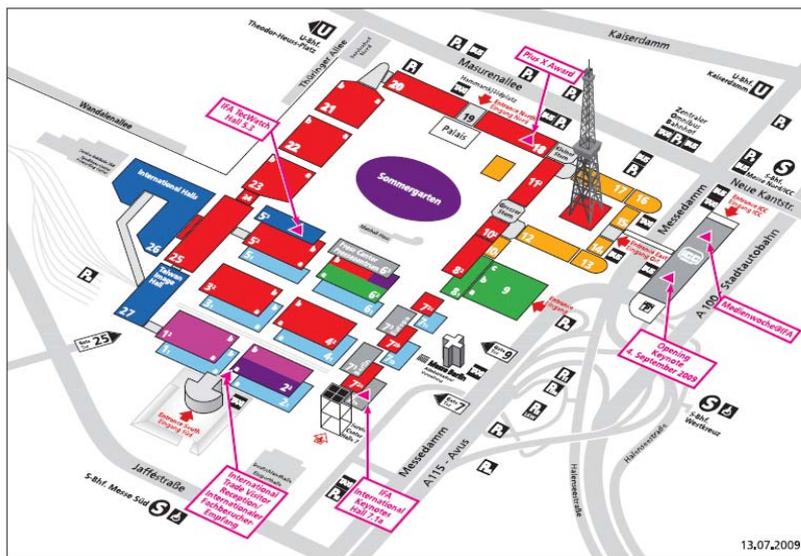
### 1. IFA2009 歐洲消費性電子展

IFA2009 歐洲消費性電子展於 9 月 4 日到 9 月 9 日於德國柏林(Berlin)舉辦，由德國娛樂與電子通訊工業協會(gfu)和柏林國際展覽公司(Messe Berlin GmbH)聯合主辦，共有一千多家參展廠商，會場主題區分為 7 大主題如下：

1. 家庭娛樂 (Home Entertainment)
2. 音響娛樂 (Audio Entertainment)
3. 家庭應用 (Home Appliance)
4. 個人多媒體 (My Media)
5. 公眾媒體 (Public Media)
6. 通訊 (Communication)
7. 技術與元件 (Technology and Components)

會場攤位配置與展示主題如圖一所示；根據計畫任務規劃，主要重點則集中於家庭娛樂、家庭應用、個人多媒體、技術與零組件部分之相關技術之瞭解與資料蒐集。

#### IFA 2009



- IFA Home Entertainment**  
TV • DVD • Home Cinema • Home Server & Recorder
- IFA Audio Entertainment**  
HiFi • Loudspeakers • Special: High Performance Audio
- IFA Home Appliances**  
Large Household Appliances • Small Electric Domestic Appliances • Built-In Kitchen Units • Electric Domestic Heating Systems
- IFA My Media**  
Imaging • Photo • Video • MP3 • Computing • Games • Memory Solutions
- IFA Public Media**  
TV-Stations • Radio • Public Music & Video Areas • Professional Media
- IFA Communication**  
Telecommunication • Cable • Mobiles • Navigation • IP • Net Solutions • Antennas
- IFA Technology & Components**  
Suppliers • Semiconductors • International Halls • Special: IFA TecWatch

#### IFA Retail Partners

- |          |          |         |
|----------|----------|---------|
| Hall 3.1 | Hall 18  | Hall 23 |
|          |          |         |
| Hall 1.2 | Hall 2.2 |         |
|          |          |         |

Berlin, 4.-9. September 2009

**gfu** Gesellschaft für  
Unterhaltung- und  
Kommunikationselektronik

**Messe Berlin**

圖一、IFA2009 歐洲消費性電子展會場攤位配置與展示主題

### (1) Vodafone 公司 - 虛擬塗鴉牆

全球無線通訊大廠 Vodafone 展示出虛擬塗鴉牆(Virtual Graffiti)，如下圖二所示，圖中小女孩手上所拿的類似噴漆罐狀的裝置即為控制器，將控制器移動到畫面下方即可以選擇不同噴漆的顏色，選擇完顏色即可以移到虛擬塗鴉牆上進行塗鴉，該公司甚至規劃可將此裝置裝設在車站、人行道圍牆、天橋等常被街頭藝術家用來進行塗鴉的場所，不需要使用特別的控制器，只要行動電話具備藍芽裝置，即可將行動電話當成噴漆罐進行塗鴉創作，使得人人都可以成為街頭創作藝術家。



圖二、Vodafone 虛擬塗鴉牆

### (2) SAMSUNG 公司 - 互動式 LCD 白板

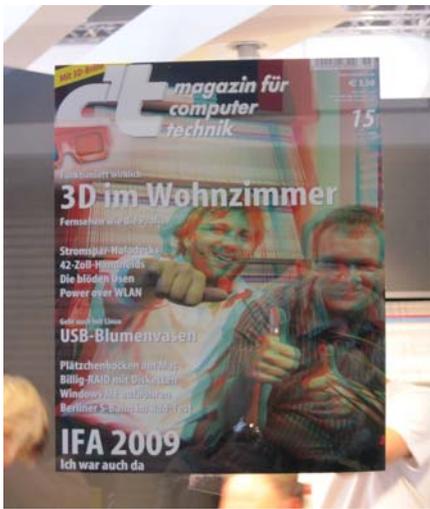
韓國三星(SAMSUNG)推出互動式 LCD 白板(Interactive LCD whiteboard)，也就是將 LCD 顯示器當成數位式白板，如下圖三所示，其允許使用者在 LCD 顯示器上寫字、畫圖、貼圖甚至是在指定的區域播放影片，除了上述基本功能外，還可與網路結合，將白板上所寫下的文字紀錄或是圖案透過網路即時發送給其他人。



圖三、SAMSUNG 互動式 LCD 白板

### (3) SAMSUNG 公司 – 3D 立體顯示

本次展覽各顯示器大廠的重點皆集中在 3D 顯示部分，3D 顯示的方式主要分為主動式、被動式以及裸眼式三種，主動式是採用主動快門方式(active shutter)眼鏡加上場序方式顯示器來達成 3D 顯示效果，被動式則是利用偏光眼鏡以及於顯示器貼附偏光濾光片，如圖四(a)所示，至於裸眼式則是與前述兩者不同，裸眼式不需配戴眼鏡即可看見 3D 立體影像，如圖四(b)所示，其原理是利用兩眼視差的關係，從顯示器送出分別送出左右眼的影像出來，觀看者只要與顯示器保持一定的距離即可看到 3D 立體影像，其工作原理如圖五所示。

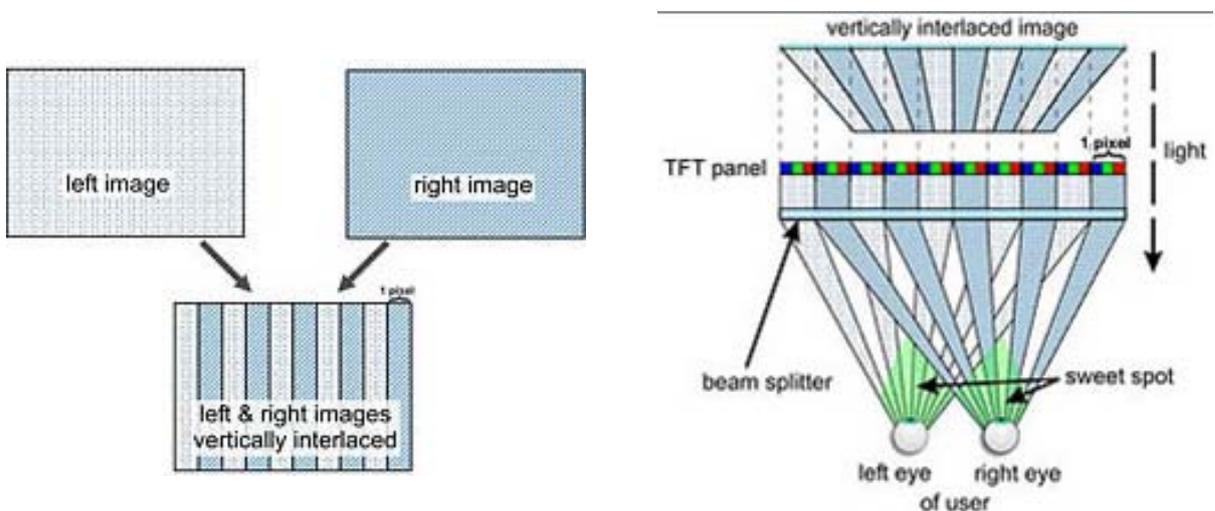


(a)被動式 3D 立體顯示



(b)裸眼式 3D 立體顯示

圖四、3D 立體廣告



圖五、裸眼式立體顯示器工作原理

#### (4) CROSSMATCH 公司 – 指紋身份驗證系統

由美國 CROSSMATCH 公司展示的目前市場上最快速的雙指指紋同時擷取與身份驗證系統(Verifier 320LC)，如圖六(a)所示，其與單指指紋身份驗證系統比較可提供更高的驗證正確率，而除了如圖六(b)所示雙指指紋驗證功能外，Verifier 320LC 也提供了如圖六(c)所示的單指滾轉指紋(rolled-fingerprints)的身份驗證功能。



(a) Verifier 320 指紋身份驗證系統

(b)雙指指紋驗證

(c)單指滾轉指紋驗證

圖六

Verifier 320LC 指紋身份驗證系統規格如下表：

Verifier 320LC	規格
解析度	500ppi±1%
取像速率	15fps
掃描器動態範圍	8bit, 256grayscale
影像範圍	1.6" × 1.5"
傳輸介面	USB 2.0
尺寸	2.6" × 6.8" × 3.8"
重量	620g
工作溫度	2°C~38°C

另外會場還展示了在業界率先提出的十指指紋驗證系統(L SCAN Guardian)如圖七所示，此系統也通過美國聯邦調查局(FBI)的 IAFIS(Integrated Automated Fingerprint Identification System)認證，透過該公司在自動擷取(Auto Capture)以及滾動指紋擷取(Perfect Roll™)方面的專利技術，使此套系統僅需要少量的訓練即可達到高辨識率，另外透過特殊的照明技術使得系統可以不用考慮膚色以及年齡的影響而取得高品質的影像，此系統可在 15 秒內完成左右手四指以及大拇指影像之取得。



圖七、L SCAN Guardian 十指指紋驗證系統

L SCAN Guardian 十指指紋身份驗證系統規格如下表：

L SCAN Guardian	規格
解析度	500ppi±1%
取像速率	15fps
掃描器動態範圍	8bit, 256grayscale
影像範圍	3.2" × 3.0"
傳輸介面	USB 2.0/IEEE 1394
尺寸	6" × 6" × 4.7"
重量	1800g
工作溫度	1.6°C~49°C

(5) Hammacher Schlemmer 公司 – 動作感應電話

Hammacher Schlemmer 公司在會場展示了動作感應電話(Motion Detecting Telephone)如圖八所示，其主要用途在於家庭安全防護，圖八中電話前端的圓孔即為移動感測器的裝設位置，家中無人或外出時可將感測器對準大門或是窗戶，當家中無人而大門或窗戶卻被開啓時，偵測器偵測到移動行為，此時會透過電話撥打預設的號碼，並利用內建的麥克風將此時家中環境的聲音透過電話傳出，因此人在外面可隨時監聽家中環境的聲音，研判家裡是否遭到入侵。



圖八、動作感應電話

(6) Dino-Lite 公司 – 數位顯微鏡

Dino-Lite 公司此次展示該公司獲得 2009 iF 設計大獎之數位顯微鏡(Digital Microscope)系列產品，其產品應用範圍包括應用於工業檢測、醫學檢查、印刷或紡織品紋路檢查、教育學習、以及專業領域如仿冒品檢測等，如圖九(a)所示為其專業系列之數位顯微鏡 (Dino-Lite Pro)，其基本規格為解析度最高達 1280×1024(130 萬像素)、USB2.0 或 TV PAL 傳輸介面、10~200 倍可調整放大倍率、內建 LED 或 UV 輔助光源，數位顯微鏡可依據用途搭配不同配件使用，如圖九(b)顯示其應用於牙齒檢查時的配件，圖九(c)顯示為應用於眼球檢查，圖九(d)則是指紋檢測之應用，另外還可以搭配提供的應用軟體對擷取的影像物件進行尺寸、角度的標示以及儲存。



(a) 數位顯微鏡



(b) 齒科檢查應用



(c) 眼科檢查應用



(d) 指紋檢測之應用

圖九

## 2. 第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會議

本屆圖像識別與處理技術國際研討會議於 9 月 9 日到 9 月 11 日於德國耶拿(Jena) 舉辦，會議則由耶拿大學(Friedrich-Schiller-University Jena)以及耶拿光學應用與精密機械研究所(Fraunhofer IOF Jena)合辦，會議主席則由 Friedrich-Schiller-University Jena的 Joachim Denzler 教授、Herbert Suβe 教授以及 Fraunhofer IOF Jena 的 Gunther Notni 共同擔任，共有 8 個研討主題，如表一所示：

表一、第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會議主題

項次	研討主題
1	影像目標的行動分析與追蹤(Motion and Tracking)
2	人物識別(Pedestrian Recognition)
3	影像特徵擷取(Features)
4	三維影像重建(Single-View and 3D Reconstruction)

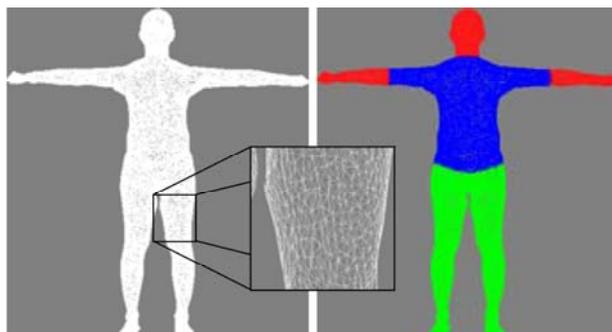
5	機械學習與分類(Learning and Classification)
6	圖像識別與估測(Pattern Recognition and Estimation)
7	立體與多視角影像重建(Stereo and Multi-view Reconstruction)
8	影像分析(Image analysis)

其中與本計畫相關之技術主題討論內容包含影像目標的行動分析與追蹤、影像特徵擷取、機械學習與分類、圖像識別與估測以及影像分析，主要內容整理如下：

(1) 影像目標的行動分析與追蹤：

- **區域混合模型在以區域為基礎的追蹤應用 (Localised Mixture Model in Region-Based Tracking)**

本篇論文是由德國 Saarland University 的 Christian Schmalz 與 Joachmi Weickert、Leibniz University 的 Bodo Rosenhahn 以及美國 U.C. Berkeley 的 Thomas Brox 所共同發表，在電腦視覺的研究領域中，如何將影像中的物件(object)也就是感興趣的區域(region of interest, ROI)與背景(background)分離出來是一個重要的問題，因為如果能夠正確的將物件分離出來，在進行物件的追蹤時才能得到正確的結果，其中最簡單的方式是分別建立物件與背景的模型，然而當物件或背景的空間變化量增大時，簡單的模型所估測出的結果就會不正確，雖然使用高斯混合模型(gaussian mixture models, GMM)可以解決前述問題，但是卻忽略了位置資訊，因此提出一個新的區域混合模型(localized mixture models, LMM)概念，將物件與背景再細分成許多次區域(subregion)，從而取得位置資訊，對於進行物件追蹤時能夠有得到更正確的結果。本篇論文是進行以區域為基礎的姿態追蹤，首先將影像的前景與背景分離出來，如本文提出之概念將物件分成許多組成元件(component)，如圖十所示：



圖十、物件組成示意圖

前景物件模型則是由這些組成元件所建立，要確定在一張影像中是否有該物件的存在，在此則建立一評估函數(cost function)來判斷，評估函數如下：

$$E(\chi) = - \sum_{i=0}^l \int_{\Omega} \left( v_i(\chi, x) P_{i,\chi}(x) \log p_{i,\chi}(x) \right) dx$$

其中  $\chi$  表示一狀態向量，其組成爲與姿勢如移動、旋轉、角度相關之參數， $l$  表示組成元件個數， $p_i$  爲機率密度函數(probability density function, PDF)表示組成元件出現的機率。在某些情況下要自動判斷物件與背景是很困難的，如圖十一所示，人物的頭髮與背景顏色相同，所以很容易會被誤判爲背景。



圖十一

爲了解決此問題，將背景分成許多次區域，本論文討論使用 K-means 以及 Level set based 的多區域切割(multi-region segmentation)方法，每一次區域都有各自代表的機率密度函數如下：

$$p_j^{\text{kmeans}}(s) \propto \exp \left( -\frac{(s - \mu_j)^2}{2} \right)$$

$$p_j^{\text{levelset}}(s) = K_{\sigma} * \frac{\sum_{(x,y) \in \Omega_j} \delta(s, I(x, y))}{|\Omega_j|}$$

背景的機率密度函數通常爲定值，因此僅需計算一次即可，而物件的機率密度函數則需在每一張影像都重新計算一次；實驗結果如圖十二所示，圖十二最左邊表示輸入影像，左邊人體物件中不同顏色代表物件模型中不同的組成元件，圖十二右邊爲使用 K-means 方法後的物件與背景分離結果，最右邊則是使用 Level set based 方法後的結果。



圖十二、物件與背景分離結果

表二為本論文提出方法與目前較佳方法比較的結果，結果顯示本論文所提出之方法在錯誤率方面都有較佳的表現，尤其在事先沒有提供背景影像的情形下，其效果更佳，缺點則是計算時間也跟著增加。

表二、測試結果比較表

Model	BG image	Avg. error	Variance	Max.	Time
Parzen model + BG subtraction	yes	46.16	276.81	104.0	4h 31m
LMM (K-means)	yes	49.63	473.90	114.2	4h 34m
LMM (level set segmentation)	yes	42.18	157.31	93.6	4h 22m
BG subtraction + LMM (K-means)	yes	42.96	178.19	92.6	4h 27m
BG subtraction + LMM (LS segm.)	yes	41.64	153.94	83.8	4h 29m
Parzen model	no	451.11	24059.41	728.4	5h 12m
LMM (K-means)	no	52.64	588.66	162.7	9h 19m
LMM (level set segmentation)	no	49.94	168.61	111.2	19h 9m

(2) 影像特徵擷取：

● **Boosting Shift-Invariant Features (增強具有移動不變特性之特徵)**

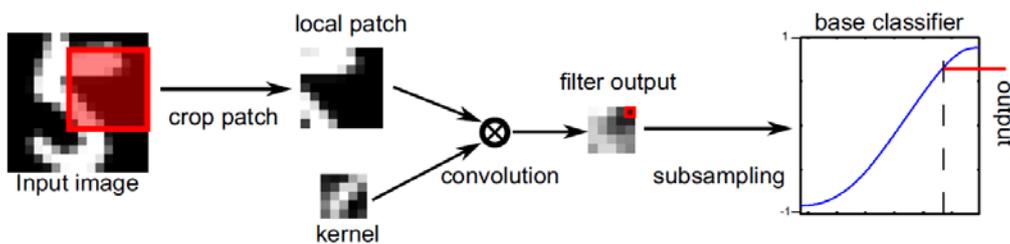
由德國海德堡大學(University of Heidelberg)影像處理實驗室的 Thomas Hornlein 以及 Bernd Jahne 所發表的「增強具有移動不變特性之特徵(Boosting Shift-Invariant Features)」論文針對影像分類問題提出一套分類規則來建立一套更簡單、有彈性的分類系統，實驗結果也證實所提出之方法比其他目前最好之方法在相同的條件下所需調整的系統參數(parameters)較少以及可根據問題的特性來調整訓練分類器(trained classifier)複雜度。

在影像分類問題中，當影像尺度改變或經過旋轉、位移後，是否還能正確分辨出該影像的類別，除了依據各類別影像取出代表性的特徵外，使用具有移動不變(shift invariance)特性的特徵，也就是經過局部迴旋(local convolution)計算以及次取樣(subsampling)處理後的特徵，將更能有效幫助處理分類的問題，例如進行車輛影

像的分類時，可以根據影像中是否有輪胎的出現來決定，雖然在不同影像中車輛的輪胎位置、大小以及出現的角度不同，但是輪胎對車輛來說是一個相對穩定的特徵，下列為用來找出影像中具有移動不變特性特徵的模型：

$$f(\mathbf{x}) = \text{sub}(\mathcal{P}(\mathbf{x}, \mathbf{p}) * \mathbf{K})$$

其中  $\mathbf{p} = [c_0, r_0, w, h]$ ， $c_0, r_0$  為物件所在位置， $w, h$  為物件寬度及高度； $\mathcal{P}(\mathbf{x}, \mathbf{p})$  運算為從特徵向量  $\mathbf{x}$  中擷取出  $\mathbf{p}$  的資料， $\mathbf{K}$  為迴旋運算的核心矩陣(kernel)， $\text{sub}(\cdot)$  則是進行次取樣的運算，在做分類訓練時可以使用固定核心矩陣(fixed kernel)，或是在訓練過程中調整核心矩陣參數(tuned kernel)，使用固定核心矩陣的優點是在訓練過程中所需設計調整的參數數目較少，相對來說如何選擇一個好的核心矩陣則變得重要；在訓練過程中調整核心矩陣參數的優點是可以根據目前的問題進行修正，但是相對的所需設計的參數則會增加，通常都是利用複雜的階層式架構來實現，本論文則提出一個 Boosting-based 單一層次的系統架構，其在訓練的開始階段不需要提供預設數量的特徵來同時進行訓練，而是採每次增加一個特徵來進行訓練，因此同時間需要調整的參數數目較少，簡化訓練的過程，也使得系統具有彈性，詳細的利用特徵進行分類器建立的演算法(Algorithm 1)如下頁圖十四所示。圖十三則為手寫數字 5 的特徵分類處理說明。



圖十三、特徵分類處理流程

---

**Algorithm 1.** Boosting of local convolution features

---

**Input.** Training samples  $\{\mathbf{x}, y\}_i, i = 1, \dots, N$   
**Input.** Number of boosting rounds  $T$   
**Input.** Smoothing parameter  $\lambda$   
**Input.** Feature-geometry

```
1  $h_0(\mathbf{x}) = \bar{y}$ 
2 for  $t = 1, \dots, T$  do
3    $c_i \leftarrow e^{-y_i H(\mathbf{x}_i)}, c_i \leftarrow c_i / (\sum_{i=1}^N c_i)$ 
4    $\epsilon_{min} \leftarrow \infty$ 
5   for all positions  $\mathbf{p}$  do
6     Initialize convolution kernel  $\mathbf{K} \leftarrow \mathcal{N}(0, 1)$ 
7     repeat
8        $z_i = \text{sub}(\mathcal{P}(\mathbf{x}_i, \mathbf{p}) * \mathbf{K})$ 
9       Fit base-classifier  $h(z)$  to  $\{z_i, y_i, c_i\}$ 
10      Calculate kernel gradient  $\Delta \mathbf{K}$  using back-prop
11      Update kernel  $\mathbf{K}$  (e.g. using Levenberg Marquardt)
12    until convergence or maximum number of rounds reached
13     $\epsilon \leftarrow \sum_{i=1}^N c_i (y_i - h(\text{sub}(\mathcal{P}(\mathbf{x}, \mathbf{p}) * \mathbf{K})))^2$ 
14    if  $\epsilon < \epsilon_{min}$  then
15       $\epsilon_{min} \leftarrow \epsilon, \mathbf{p}_t \leftarrow \mathbf{p}, \mathbf{K}_t \leftarrow \mathbf{K}$ 
16    end
17  end
18  Fit base-classifier  $h_t(z)$  to  $\{z_i, y_i, c_i\}, z_i = \text{sub}(\mathcal{P}(\mathbf{x}_i, \mathbf{p}_t) * \mathbf{K}_t)$ 
19  Add  $h_t$  to ensemble
20 end
```

**Output.** Classifier:  $H(\mathbf{x}) = \sum_{t=0}^T h_t(\text{sub}(\mathcal{P}(\mathbf{x}, \mathbf{p}_t) * \mathbf{K}_t))$

---

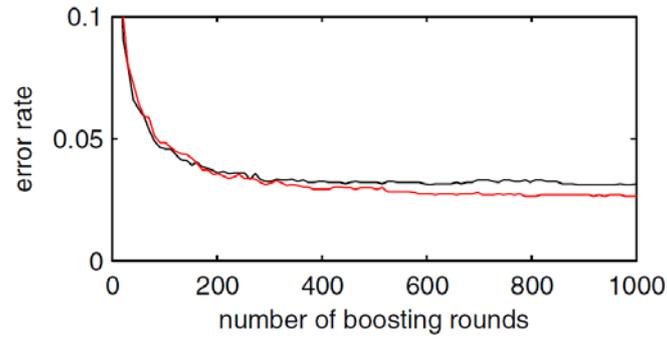
圖十四、利用特徵進行分類器建立的演算法

最後也分別針對手寫數字(handwritten digit)以及車輛(car side-view)進行分類測試，說明所提出架構能夠與目前最佳的幾種方法相比。下表三為使用本論文提出之架構針對 USPS(United States Postal Service)手寫數字資料庫進行分類與其他方法比較之結果，由下表可以看出本論文提出的方法其錯誤率接近目前最佳的幾種方法。

表三、測試結果比較表

method	error [%]	error ext. [%]
human performance ([12])	2.5	-
neural net (LeNet1 [13])	4.2	-
tangent distance ([12])	-	2.5
kernel densities ([11])	3.3	2.4
this work	3.1	2.6

圖十五則為訓練回合數與分類錯誤率的關係圖。



圖十五、訓練回合數與分類錯誤率的關係圖

下表四為使用本論文提出之架構針對 UIUC(University of Illinois at Urbana Champaign)車輛資料庫進行分類與其他方法比較之結果，同樣由表四可以看出本論文提出的方法其錯誤率接近目前最佳的幾種方法。

表四、測試結果比較表

method	error (single-scale set) [%]	error (multi-scale set) [%]
Lampert et al [15]	1.5	1.5
Agarwal et al [14]	23.5	60.4
Leibe et al [16]	2.5	5.0
Fritz et al [17]	11.4	12.2
Mutch et al [5]	0.04	9.4
this work	(1.25) 1.55 (1.78)	(2.9) 3.6 (4.0)

圖十六顯示使用其本論文所提出架構在車輛偵測實驗之結果。



圖十六、車輛偵測實驗結果

- **具有任務特性之關鍵點偵測訓練 (Training for Task Specific Keypoint Detection)**

本篇論文是由瑞士洛桑理工學院電腦視覺實驗室 (CVLab EPFL, Lausanne Switzerland) 的 Christoph Strecha、Albrecht Lindner、Karim Ali 以及 Pascal Fua

教授所發表，論文主要是針對目前常用的關鍵點偵測(keypoint detection)方法如尺度不變特徵點轉換(SIFT)以及加速強健特徵點(SURF)，雖然能夠克服大小、角度不同的影像物件以及影像亮度變化所造成的影響，但是在如光線變化以及背景季節變化的情形下則會使得關鍵點偵測的效能變差，而為了克服這些問題，則需調整系統參數產生更多的關鍵點來進行驗證，然而此一作法則會增加更多不必要之計算以及增加誤判的機率，因此本論文中提出一個具有學習能力的關鍵點偵測器(keypoint detector)概念，亦即如果已經確認要找出關鍵點的特徵，僅需利用少數具有特徵的訓練樣本(training samples)來進行分類器(classifier)的訓練，實驗結果顯示加入分類器以後的關鍵點偵測器其速度及找到關鍵點的正確率都有顯著提升。

而有好的關鍵點提供給偵測器學習，其偵測正確率才會提升，在本論文中提出好的關鍵點之標準為

I. 一個好的關鍵點能夠在許多張影像中都能匹配成功。

II. 一個好的關鍵點能夠明顯的被定位出來，亦即與其相鄰的像素差異性足夠大。

符合上述標準的像素都會被選擇作學習訓練之樣本，接著採用 WaldBoost 關鍵點學習法則進行關鍵點偵測器的學習訓練，其演算法則如下圖十七：

---

**ALGORITHM: WaldBoost Keypoint learning**

---

**Input:**  $h \in \mathcal{H}, (x_1, y_1) \dots (x_1, y_1), \theta^+, \theta^-$

initialize weights  $D(x_i) = 1/N$ ; mark all training examples as undecided  $\{y_i^* = 0\}$

**For**  $t = 1 \dots T$ , number weak learners in cascade

sample training examples  $x_i$  from undecided examples  $\{y_i^* = 0\}$

compute weights  $D(x_i)$  w.r.t.  $H_{t-1} \forall \{y_i^* = 0\}$

**For**  $s = 1 \dots S$ , number weak learner trials

-sample weak learner  $h_t \in \mathcal{H}$

-compute response  $r(x_i)$

-compute domain partitioning and score  $Z$  [17]

**End**

-among the  $S$  weak learners keep the best and add  $h_t$  to the strong classifier  $H_T = \sum_t h_t$

-sequential probability ratio test[3]

classify all current training examples into  $y_i^* = \{+1, -1, 0\}$

**End**

圖十七、關鍵點偵測器演算法則

其中  $x$  代表訓練樣本， $y$  為樣本分類標記， $N$  為樣本數目， $h$  表示未經訓練的分類器 (weak classifier)， $T$  則表示疊代運算次數， $D$  表示訓練權重值，訓練結果則是取到訓練誤差值(score  $Z$ )最小的分類器。

重複性是一項用來評估關鍵點偵測器好壞的主要判定準則，在本篇論文中重複性的定義為給定一張參考影像計算得到其關鍵點位置，然後對其他所有影像也計算其關鍵點位置，然後比較其他所有影像計算得到的關鍵點位置是否位於參考影像計算得到的關鍵點位置為中心的 6 個像素範圍內，並計算其百分比，下圖為本篇論文所提出之方法(TaSK)圖十八(a)與 DoG 方法關鍵點偵測器圖十八(b)針對相同影像處理之結果：



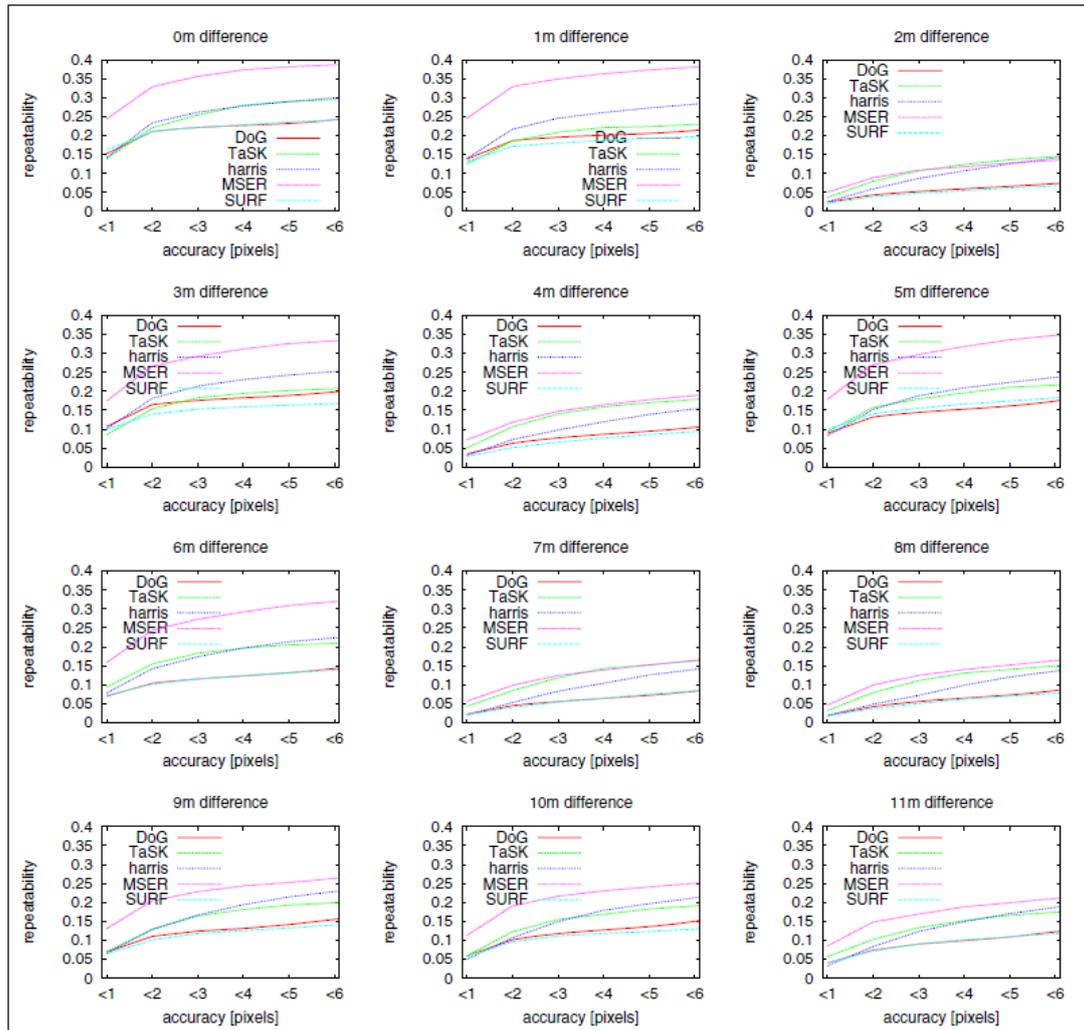
圖十八(a)、DoG 關鍵點偵測器處理之結果



圖十八(b)、TaSK 關鍵點偵測器處理之結果

圖十八測試結果是要說明，圖中的偵測重點目標為穩定的區域，所以像背景的天空、植被等會隨著季節、時間變化的部分則非偵測的重點，兩圖相比較，雖然 DoG 關鍵點偵測器偵測到之關鍵點數目較多，但是只有低於 59%的關鍵點落在人工建築上，然而 TaSK 關鍵點偵測器偵測到之關鍵點有 79%落在人工建築上，說明其偵測之關鍵點數目雖少，但是大部分皆為所想要的關鍵點。下頁圖十九則說明不同方法在相同

的場景下不同的月份(01~12月)與01月份其關鍵點重複性的比較結果，圖十九中也可以看到本論文所提出得方法，其在重複性的表現也比其他方法好。



圖十九、不同方法於相同場景下不同月份之重複性比較

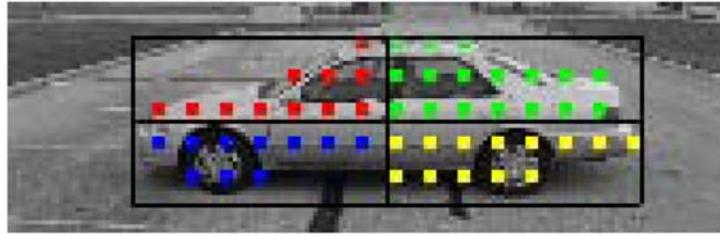
### (3) 機械學習與分類：

- **基於在低維度空間之空間連續性的多視角物件偵測 (Multi-view Object Detection Based on Spatial Consistency in a Low Dimensional Space)**

本篇論文是由加拿大蒙特羅 McGill University Center for Intelligent Machine 的 Gurman Gill 以及 Martin Levine 所提出，其特點在於將訓練影像中欲偵測的物件分成許多事先定義的部分(parts)，每一部分可以使用一群密集取樣的尺度不變轉換(SIFT)特徵的集合來代表，接著應用區域線性植入演算法(Locally Linear Embedding, LLE)將物件每一部分的特徵集合以及背景的特徵集合配置於相同的座標空間，然後利用物件各部分在空間一致性(spatial consistency)的相關程度來表示該部分是否屬於同一物件，實驗結果顯示在車輛的偵測以及 3D 物件的偵測上，本篇論文所提出的方

法與其他文獻所提出的方法比較有不錯的效果。

在車輛物件每一部分特徵集合的劃分如圖二十所示，



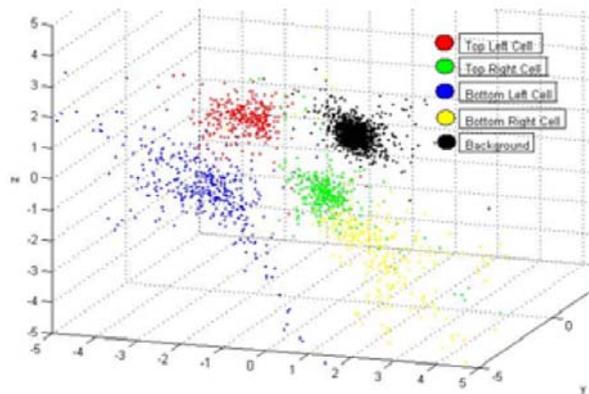
圖二十、車輛物件每一部分特徵集合之劃分

首先將車輛物件劃分成 4 個部分(如圖二十中黑色框線所劃分)，在每一個部分中固定間隔再分成許多單元(cells)(如圖二十中不同顏色之小方塊)，然後選定感興趣的區域(region of interest, ROI)，選定後即可在各部分找出具代表性的單元，如圖二十一所示：



圖二十一、具代表性的單元選定結果

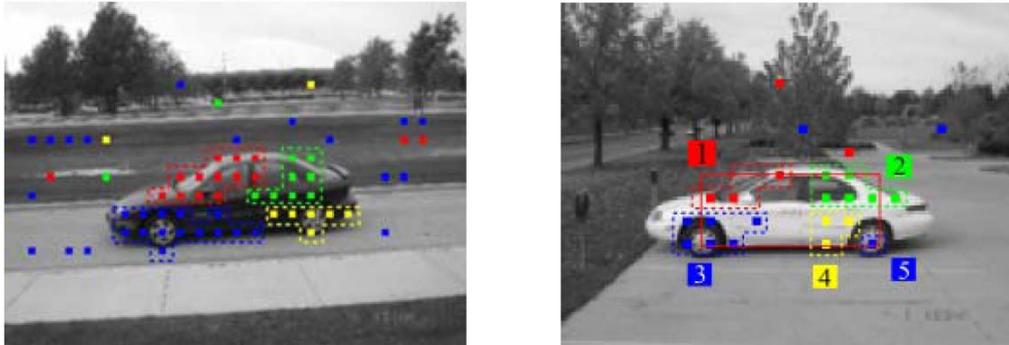
根據各單元的重心(centroid)取平均及可得到物件的中心(如圖二十一 X 符號所示)。最後步驟則是應用區域線性植入演算法將所有訓練影像中已標示的特徵進行物件模型的建立，區域線性植入演算法是一種將高維度的資料映射到低維度空間的方法，此方法的特點是映設到低維度空間後區域中相鄰的關係仍舊存在，因此可產生非常容易區分的物件與背景分群(clusters)，如圖二十二所示為車輛物件與背景的分群：



圖二十二、車輛物件與背景分群結果

圖二十二中黑色點所形成的分群代表背景的特徵點集合，其他則為車輛物件不同部分的分群。

圖二十三為將測試影像利用前述物件模型建立方法所找出之車輛物件標示結果。



圖二十三、車輛物件標示結果

接著找出這些標示過的特徵點集合彼此空間一致性的相關程度，計算方式如下式：

$$consistency(g(L_i), g(L_j)) = wt\{g(L_i)\} + wt\{g(L_j)\}$$

其中  $g(L)$  為經過標示的特徵點集合， $wt$  代表發生機率之運算，並且依據所有標示過物件的空間一致性相關程度給定分數(score)，分數之計算方式如下：

$$score(\mathbb{G}) = \sum_{(g(L_i), g(L_j)) \in \mathbb{G}} consistency(g(L_i), g(L_j))$$

最後依據計算所得到的分數決定此物件是否正確，此偵測法則也可延伸運用於影像分類之運用，亦即因為不同的影像物件會計算得到不同的分數，當輸入測試影像時，計算其分數與哪一個影像物件的分數最接近，即可判斷該輸入影像屬於哪一類物件。實驗結果顯示在 3 維影像資料庫(3D dataset)中進行自行車、汽車、行動電話、熨斗、滑鼠、鞋子、釘書機以及烤麵包機影像的分類測試其效能可提高 1~7%，偵測結果如下圖二十四所示：



圖二十四、3 維影像資料庫影像分類測試結果

另外在車輛資料庫(PASCAL VOC 2006 cars)辨識的實驗結果如表五所示：

表五、車輛資料庫辨識實驗結果比較

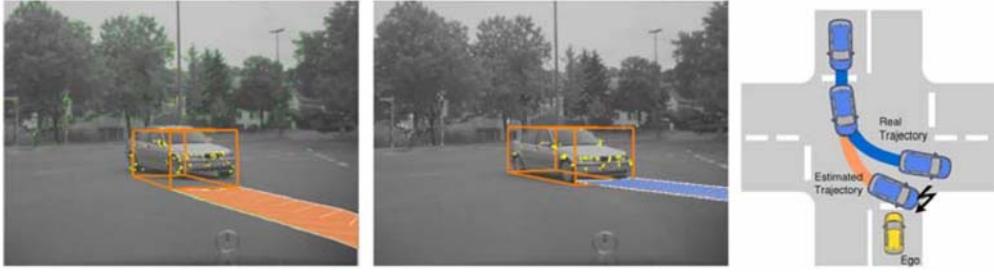
	MIT_fergus [15]	MIT_torralba [15]	Liebelt et al. [9]	Ours
<b>AUC</b>	76.3	74.5		<b>89.2</b>
<b>AP</b>	16.0	21.7	<b>36.3</b>	29.6

表五中的 AP(average precision)以及 AUC(area-under-ROC-curve)分別是用來評估偵測與分類效能好壞的標準，由表中也驗證本篇論文所提出之方法在偵測與分類方面都有不錯的表現。

(4) 圖像識別與估測：

● **同時估測在高動態轉向操作情況下之姿態與移動情形 (Simultaneous Estimation of Pose and Motion at Highly Dynamic Turn Maneuvers)**

本篇論文是由德國戴姆勒汽車(Daimler AG)工程研究實驗室的 Alexander Barth、Uwe Franke 以及波恩大學大地測量與地理資訊研究所的 Jan Siegemund 和 Wolfgang Forstner 所共同提出。在未來智慧型車輛發展中有一項重要工作就是如何正確的偵測或追蹤其他車輛的狀態，像是最近發展出來的駕駛輔助安全系統如自適性巡航控制(adaptive cruise control, AGC)系統，其應用即是藉著追蹤前方穩定前進的車輛來帶領車輛自動行駛；又如撞擊防護系統(collision avoidance system)則是藉由不斷的偵測與追蹤目前的各種交通狀況，若發生危險狀況時可自動或通知駕駛作適當的處置，避免發生危險。而車輛複雜的動態行為通常都是藉由簡單的如常數縱向速率(constant longitudinal velocity)模型以及常數偏航角速率(constant yaw rate)模型來表示，在進行物件追蹤分析時，最常就是使用一個卡爾曼濾波器(Kalman filter)，卡爾曼濾波器在處理縱向移動時通常都可得到很平滑的軌跡，然而在車輛進行瞬間轉彎的操作時，偏航角加速率則會變成一個明顯的問題，此時簡單的卡爾曼濾波器因為對此快速變化反應太慢而無法跟隨如圖二十五左所示，車身已向左轉，而預測的軌跡仍向前進一段時間後才隨著反應，圖二十五中則是將濾波器參數設定為車輛轉向之條件，因此能夠隨著車輛轉向反應，圖二十五右則是顯示出實際行車軌跡與預測軌跡之差異。



圖二十五、行車軌跡與預測軌跡差異性比較

本篇論文提出了三種不同的濾波器設計，並比較其針對上述車輛軌跡預測精確度的改善效果，首先先建立系統模型(system model)以及量測模型(measurement model)，物件以狀態向量表示如下：

$$\mathbf{x} = \left[ \underbrace{{}^e X_0, {}^e Z_0, \psi}_{\Omega \hat{=} \text{pose}}, \underbrace{v, \xi, \dot{v}}_{\Phi \hat{=} \text{motion}}, \underbrace{{}^o X_1, {}^o Y_1, {}^o Z_1, \dots, {}^o X_M, {}^o Y_M, {}^o Z_M}_{\Theta \hat{=} \text{shape}} \right]^T$$

其中 X、Y、Z 構成物件座標系統，X 軸表示物件的橫向位移、Y 軸表示物件的高度，Z 軸表示物件的縱向位移也就是車輛行進的方向，另外  $\psi$  表示方向， $v$  表示速度、 $v'$  表示加速度， $\xi$  表示偏航角速率，這些元素的組成可以分別描述物件的姿態(pose)、移動情形(motion)以及外形(shape)；接著利用非線性方程式定義出離散時間形式的系統模型如下：

$$\Delta \mathbf{x}(t) = \begin{bmatrix} \Delta {}^e X_0 \\ \Delta {}^e Z_0 \\ \Delta \psi \\ \Delta v \\ \Delta \xi \\ \Delta \dot{v} \\ \Delta {}^o P_1 \\ \vdots \\ \Delta {}^o P_M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \int_t^{t+\Delta T} -v(\tau) \sin(\psi(\tau)) d\tau \\ \int_t^{t+\Delta T} v(\tau) \cos(\psi(\tau)) d\tau \\ \xi \Delta T \\ \dot{v} \Delta T \\ 0 \\ 0 \\ [0, 0, 0]^T \\ \vdots \\ [0, 0, 0]^T \end{bmatrix}$$

其中  $\Delta T$  表示離散時間間隔(discrete time interval)。

接著定義量測模型如下：

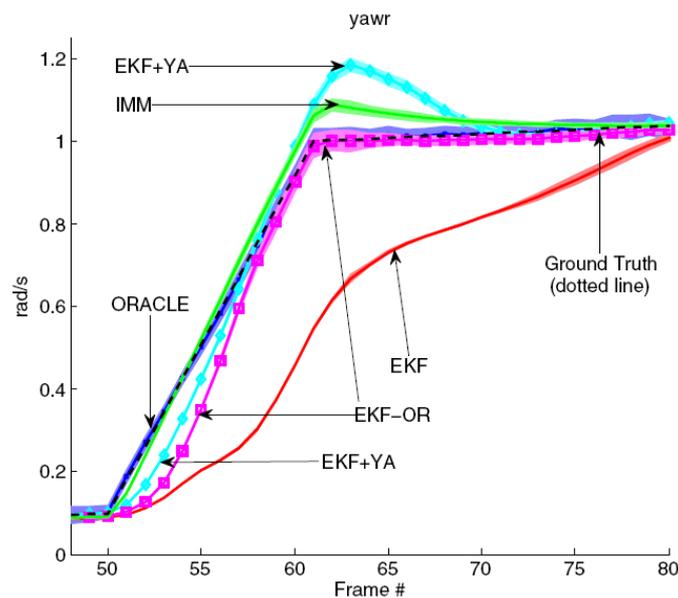
$$\mathbf{z}(t) = [u_1(t), v_1(t), d_1(t), \dots, u_M(t), v_M(t), d_M(t)]^T$$

其中  $(u_m(t), v_m(t))$  表示在時間  $t$  時，物件在影像中的位置， $d_m(t)$  則表示在該位置的立體差距(stereo disparity)。

最後則是本論文所提出的三種濾波器架構，分別為交互動多模型(interacting multiple

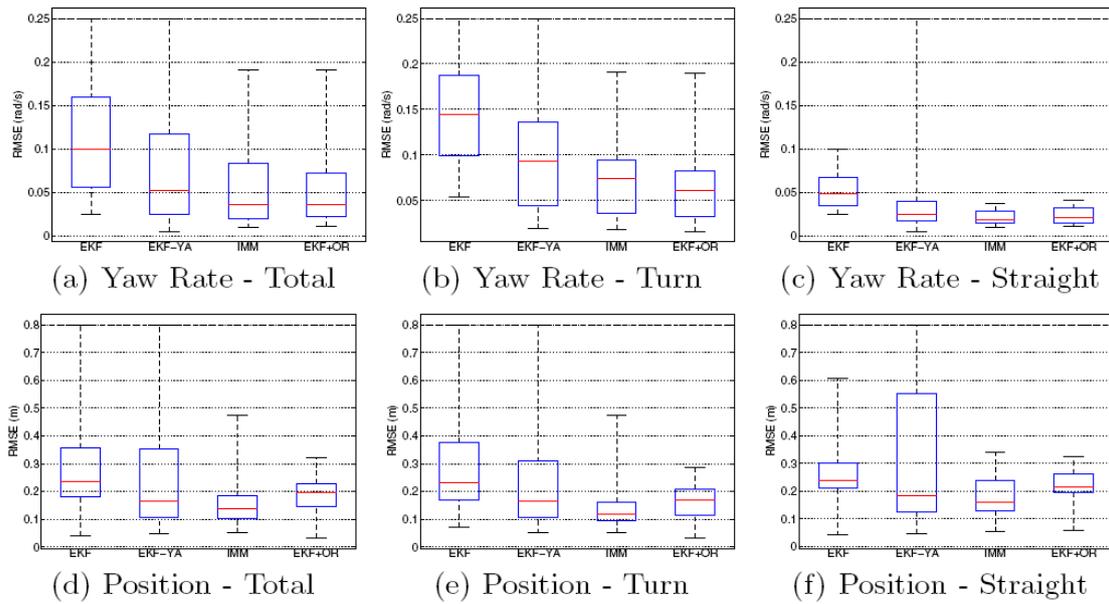
model, IMM)濾波器，交互動多模型濾波器為一種基於相互作用多模型的自適應演算法，使用幾個不同的子模型來描述目標的運動狀態，在本篇論文中使用雙濾波器，分別為非轉向操作濾波器(non-maneuvering filter)以及轉向操作濾波器(maneuvering filter)，因此針對車輛在不同行駛狀況下使用不同濾波器處理；第二種架構為擴展型卡爾曼濾波器結合 Oracle 量測法(EKF-OR)，此方法是根據量測模型所量測到之向量估測出物件之外形以及姿態，然後根據外型與姿態參數可以推導出物件的移動情形以及估測出偏航角速率；最後一種架構則是擴展型卡爾曼濾波器結合偏航角加速率模型(EKF-YA)，此方法為在狀態向量中增加偏航角加速率 $\xi'$ ，使得系統模型能夠對偏航角加速率產生反應，且不需改變系統的量測模型。

實驗分別採用模擬的車輛軌跡以及真實車輛軌跡進行測試，模擬車輛軌跡測試結果如圖二十六所示，圖中顯示使用單一擴展型卡爾曼濾波器(EKF)其預測出來的軌跡與實際車輛軌跡(ground truth)差距甚大，而本篇論文所提出之三種估測濾波器架構(IMM、EKF-OR、EKF-YA)皆與模擬車輛軌跡相近。



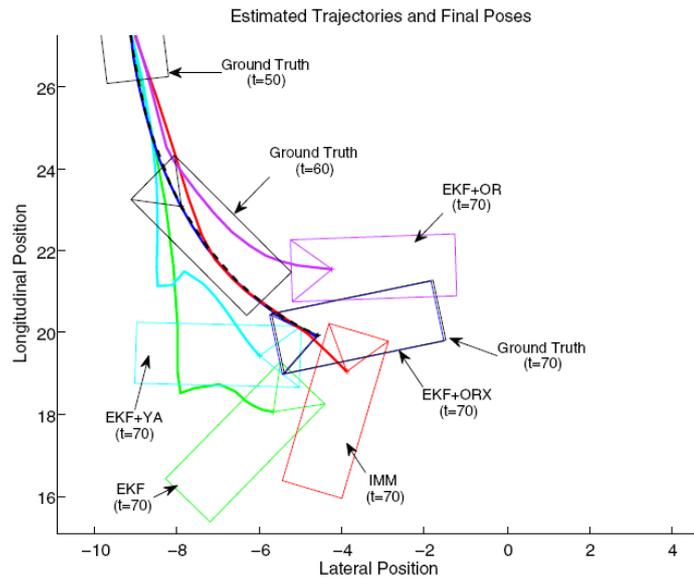
圖二十六、模擬車輛軌跡測試結果

圖二十七則為本文提出的三種估測濾波器架構與擴展型卡爾曼濾波器在偏航角速率與位置估測誤差之比較，同樣由圖二十七可看出本文提出的三種估測濾波器在不同情況下的偏航角速率與位置估測誤差皆比擴展型卡爾曼濾波器要低。



圖二十七、不同濾波器在偏航角速率與位置估測誤差之比較

圖二十八則顯示車輛在大動作轉向時，各濾波器估測的軌跡比較，值得觀察的是在此情形下 EKF-OR 估測出的軌跡與真實軌跡幾乎完全相同。



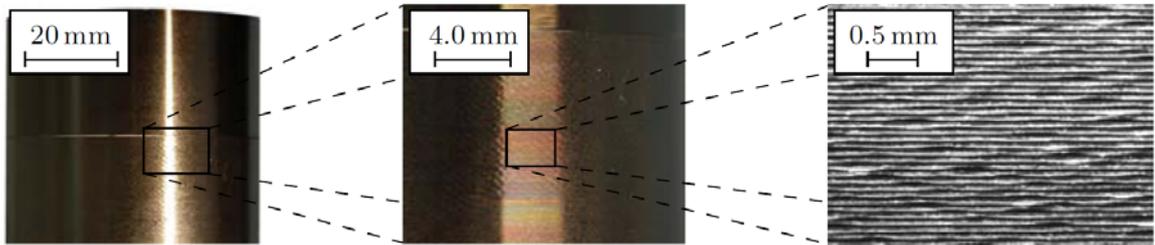
圖二十八、車輛進行大動作轉向時各濾波器估測軌跡比較

(5) 影像分析：

- 在刮傷條件下讀取-一個用來讀取微結構表面資料的視覺系統 (**Reading from Scratch – A Vision-System for Reading Data on Micro-structured Surfaces**)

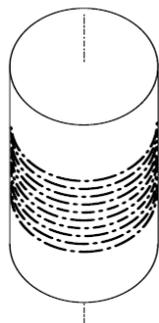
本篇論文是由德國漢諾威 Leibniz University 的 Ralf Dragon、Christian Becker、Bodo Rosenhahn 以及 Jorn Osterman 所提出；現今因為材料特性演進以及為了達到防止抄襲之目的，在工件上進行標示(labeling)以及註記(marking)變得越來越重要，實現的

方式通常是在工件表面上加工出溝槽狀的微結構(micro structure)，如圖二十九所示為不同尺度下所看到工件表面上的溝槽狀微結構：

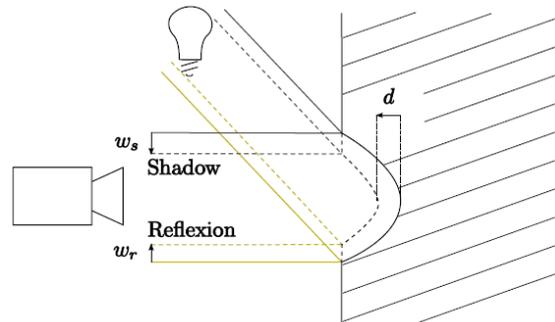


圖二十九、不同尺度下工件表面上的溝槽狀微結構圖

其記錄資料的方式類似留聲機唱盤的原理，利用溝槽深淺程度的不同來表示資料的變化，本篇論文提出一種讀取此微結構溝槽所代表資訊的方法，圖三十(a)為具有溝槽狀微結構的工件，圖三十(b)則為資料讀取示意圖：



(a) 具有溝槽狀微結構之工件

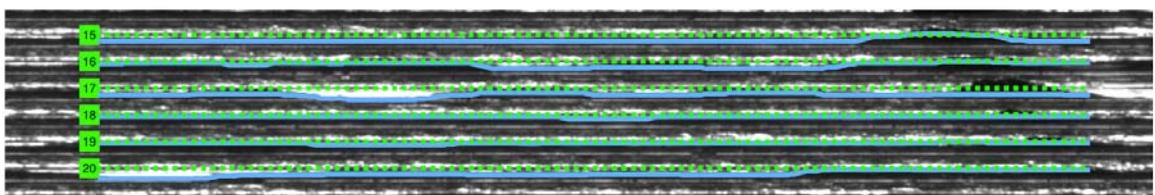


(b) 溝槽狀微結構資料讀取示意圖

圖三十

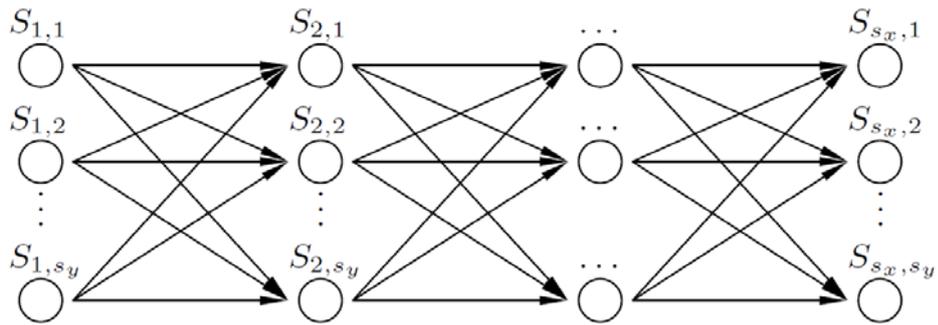
資料讀取方式為利用光線直接照明工件上的溝槽，利用攝影機擷取微結構溝槽影像，然後利用頻譜分析(spectral analysis)方法得到影像的分隔區間(image partition)，再藉由隱藏馬可夫模型(Hidden Markov Model, HMM)進行訊號追蹤以還原出溝槽所代表之原始資訊。

在使用頻譜分析法找出影像區間，首先計算出溝槽間的距離以及相位關係，最後再推導出每一條溝槽的垂直方向位置，如下圖三十一中的虛線所示：



圖三十一、攝影機所擷取之溝槽微結構圖

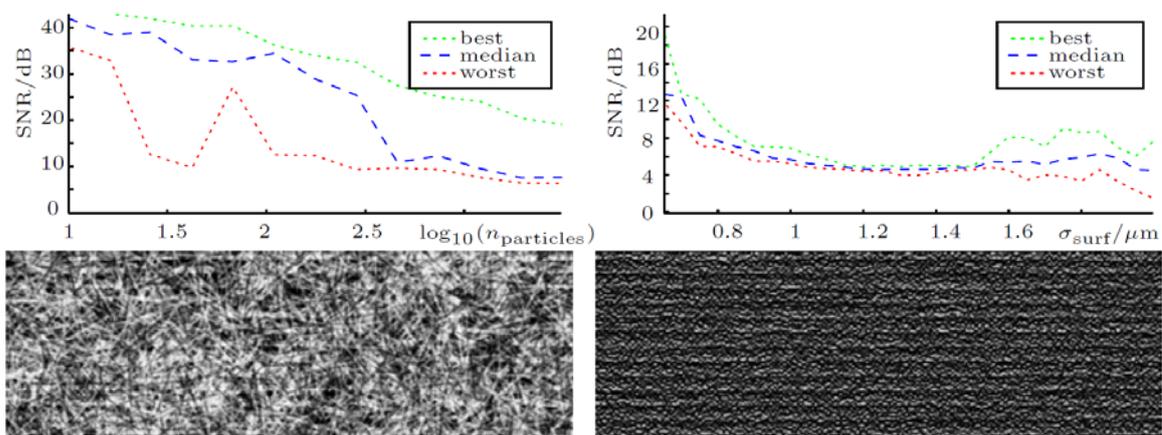
在得到溝槽的垂直方向位置後，即可根據如圖三十一中虛線上各點的位置建立起隱藏馬可夫模型圖三十二所示，模型中每一個狀態(state) $S_{x,y}$  代表溝槽邊界所在位置。



圖三十二、隱藏馬可夫模型

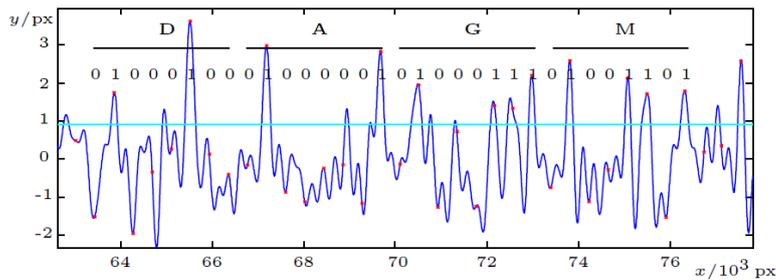
在模型建立完畢以後，即可根據該模型進行訊號追蹤，也就是找出每一條溝槽在此模型中所得最大狀態轉移機率的路徑，因此可得到每一條溝槽所代表的訊號，如圖三十一溝槽微結構圖中的實線所表示。

在實驗結果測試方面，本篇論文針對工件表面受到微粒子分佈影響以及工件表面變粗糙的情況下，仍可在訊雜比(signal to noise ratio, SNR)分別為 7.7dB 與 4.5dB 的條件下讀取出訊號，實驗結果如圖三十三所示，左邊為工件表面受到微粒子分佈影響後所看到的溝槽微結構圖，右邊則為工件表面變粗糙的情況下所看到的溝槽微結構圖。



圖三十三、不同情況下工件表面溝槽微結構圖

另外一個測試是將四個英文字母 DAGM 的 ASCII Code 加工在工件上，並實際讀取還原其訊號，測試結果如圖三十四所示，圖右為讀取裝置架構圖，圖左為讀取到的訊號還原結果，實驗結果證明本論文所提出之方法可有效讀取到工件上溝槽微結構所代表的訊息。



圖三十四、工件上訊號讀取實驗

## 參、心得

### 1. IFA2009 歐洲消費性電子展

此次赴德國參加 IFA2009 歐洲消費性電子展，此展覽為歐洲及全球消費性電子、通訊及資訊技術產品重要國際展覽之一，各國際大廠皆展示出最新的消費性電子產品，由廠商所展出的產品也可看出消費性電子產品的未來發展應用趨勢。

由 Vodafone 公司展示的虛擬塗鴉牆(Virtual Graffiti)以及韓國三星公司所展示的互動式 LCD 白板(Interactive LCD whiteboard)產品可以看到未來電視機不再只是單純用來收視節目或是作為家庭遊戲機的顯示平台，透過結合觸控面板或無線行動裝置與網路，使電視機具有塗鴉牆或是電子白板等等的額外功用，已成為發展應用趨勢，本院先前在光電輸出入模組與應用技術計畫方面已開發出虛擬輸入偵測相關技術與具有相關專利，因此可發展將電視機結合光電感測辨識模組與虛擬輸入偵測技術讓使用者與電視機進行互動之應用，提升相關技術在消費性產品上之發展。

由 CROSSMATCH 公司的指紋身份驗證系統可以看到其與一般常見的單指指紋身份驗證系統的差異性為採用兩指甚至十指指紋進行辨識，經由同時驗證多隻手指指紋能夠更加提高身份驗證之準確度，另外提供單指滾轉指紋辨識功能，亦即藉由手指在驗證區面上的滾轉取得除了原本手指指紋外，還包含手指兩側的指紋，也就是相當於取得手指立體指紋的平面資料，在前述相關技術概念，對本院執行經濟部科技專案「光電感測辨識模組與應用技術計畫」，於干涉光學辨識技術中對於三維指紋光斑取像與辨識技術的研究與應用方面具有參考價值。

## 2. 第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會議

本院執行經濟部科技專案「光電感測辨識模組與應用技術計畫」，在開發干涉光學辨識與光斑影像處理技術方面，如何對所取得的光斑影像進行處理以取得容易區別之特徵，以及如何對所找到的特徵進行有效的辨識與分類，為本計畫研究之重點之一，經由本次赴德國耶拿參加第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會，其中許多影像處理技術方面的研究成果與研討，對本計畫在開發光斑影像處理與辨識技術方面有所助益。研討會在影像特徵擷取技術部分，其中兩篇論文所討論到透過擷取影像中移動不變形特徵以及影像關鍵點偵測技術來取得代表該影像特徵的構想，對於本計畫在擷取指紋或卡片的光斑影像特徵獲得新的研發概念；在影像分析技術論文方面，其中探討如何有效的從工件上加工的溝槽中擷取出代表該工件的相關訊息，即使該工件溝槽沾染灰塵粒子或是因長時間使用而變的粗糙，透過相關處理技術仍夠擷取出一定程度之資訊，同樣的，在指紋污損或是卡片受到刮傷時，在其光斑影像辨識上也有可能遇到類似問題，該論文所提出的頻譜分析以及訊號追蹤技術對於解決類似問題可以提供相關技術研發上的參考運用。其他關於影像目標的行動分析與追蹤、機械學習與分類以及圖像識別與估測等相關論文的研究結果，對於未來在光斑影像的分類與資料庫建立、光斑影像移動軌跡追蹤分析技術研發方面能夠有實質的啟發。

### 肆、建議事項

1. 此次參訪歐洲消費性電子展覽，藉由實際觀察各國廠商在產品研發創新應用上的努力，發現除了在既有產品上功能不斷的推陳出新外，也愈來愈注重使用者的需求，單純的消費性電子產品已無法滿足市場的需求，如何在既有產品上提升附加價值是各大廠努力的目標，其中在顯示器產業，使顯示器能夠與使用者進行互動是未來發展趨勢；另外在安全防護方面的技術與應用也不斷推陳出新，本院在光電感測辨識技術方面已具有研發成果與技術基礎，可協助國內相關廠商建立自主技術能量，提升本計畫對產業推動與產品技術加值目標。
2. 此次參加第三十一屆圖像識別與處理技術國際研討會，看到國際學者在圖像識別與處理技術研發上的成果，其中在特徵擷取、影像分析、追蹤與識別相關論文的研究成果對於計畫核心技術的研究發展具有參考運用價值，唯有透過不斷的學習新技術，加強自身學識能力，才能對計畫執行產生助益，建議未來如有類似機會，仍應派員參加。