



# 以色彩深度影像疊合 建構室內三維環境地圖 之技術

Building 3D Indoor Environment Map  
by Using Color-depth Image Registration

**吳晉嘉**

工研院機械所  
智慧機器人組  
控制與感測技術部

**張彥中**

工研院機械所  
智慧機器人組  
研發經理

**陳永昇**

國立交通大學  
資訊工程系  
副教授

## 關鍵詞(Keywords)

- 色彩深度感測 Color-depth sensor
- 點雲資料 Point cloud
- 迭代最近點 Iterative closest point (ICP)
- 紋理表面 Texture surface

## 摘要(Abstract)

快速準確地建立環境三維地圖在機器人導航、虛擬實境控制之視覺化顯示系統中是很重要的一環，由於 Microsoft 的 Kinect 感測器具有快速、準確、成本低廉等特點，在文中我們運用它來建構具有紋理影像之室內環境三維地圖模型。為了克服感測器本身在距離量測上的不確定性，

本文介紹了幾種濾波方式，將有資料缺失的區域進行插補點計算；同時，藉由相機校正的程序，得到深度影像與彩色影像的疊合關係，消除了深度影像與彩色影像之間的對位誤差。接著，在建置地圖的技術方面，則是提出以多視角的點雲資料的疊合為基礎的重建方法。三維特徵比對方法的導入，使得疊合場景時有較佳的對位結果，供給 ICP 演算法進行最後疊合的微調，得到精確的結果。

Rapid construction of accurate 3D model for the environment is essential to the realistic visualization of robot navigation and control in a virtual reality system. In this article, we introduce a technique that constructs 3D indoor environment maps with color textures using Microsoft Kinect sensors. To overcome the uncertainty of the distance measurement, several approaches are discussed in



this article. Also, the camera calibration procedure is proposed to align the depth and RGB image accurately. To build the 3D map, multi-view registration is done. Coarse alignments are calculated after applying feature matching, and then a modified ICP is used to determine fine results.

## 1. 前言

在現今機器人研發的領域中，包含了環境感知、環境地圖建置、定位能力以及行走控制等核心技術。環境感知可分為環境資料的收集與辨識，透過裝配在機器人身上的各種類感測器，收集周遭環境中如距離、影像、聲音等資訊。而經由智慧化學習或偵測演算法，能夠判斷可能的障礙物，或是進一步的辨識環境中感興趣的物體，與之互動。另一方面，前述收集與辨識的環境資料，提供機器人認識這個環境，也就是建置一個環境地圖，作為機器人自主移動能力的基礎。可以說，使得機器人能夠與環境順暢的互動，環境地圖的建製是相當重要也是必要的。

在環境地圖的建置上，目前主要被用來收集環境資料的感測器，包括雷射測距儀(laser range finder)與超音波(sonar)，以及近年來相當熱門的視覺感測器(vision sensor)。雷射測距儀的優點為精度高、解析度高及量測距離長，目前幾乎已經成為建構環境地圖的標準配備，特別是在大範圍的應用上。也由於雷射測距儀提供優良的精度，因此許多機器人定位技術的研發，也仰賴雷射作為驗證的工具。但是，雷射的缺點為價格昂貴，不

利於機器人商品化的應用，而大部分的雷射測距儀也僅提供二維的量測能力。相對的，超音波感測器的成本低廉，但是在應用上距離限制大，而且也容易受到回波問題，造成過大的距離量測誤差。

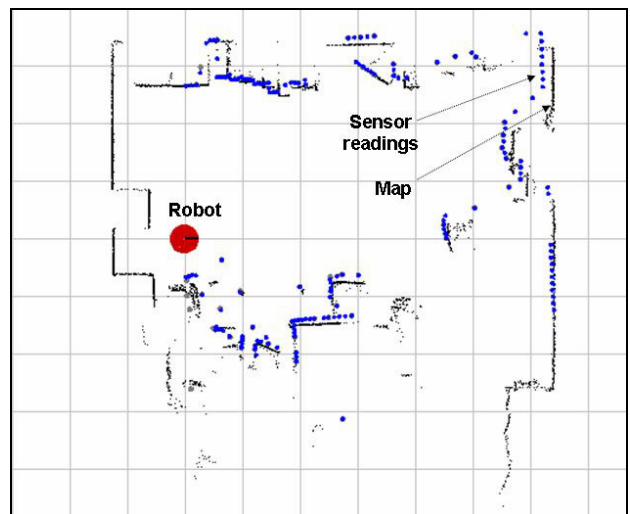


圖 1 由雷射掃描所建置的二維環境地圖

相較於雷射測距儀，視覺感測器除了提供更豐富的环境資訊，較低的成本也使得視覺感測器在目前有越來越多的市場應用空間。儘管視覺系統提供了機器人更接近人類的感知體認，但是實際使用上仍然有許多的挑戰。第一，視覺影像是三維空間的投影，不具備距離的資訊；為了解決這個問題，如同人類雙眼的立體視覺應運而生。但這又導致第二個問題：大量的環境訊息需要處理，更增加了計算的複雜度。這也會使得演算法必須考慮更多的情況，不容易得到正確的解。第三，視覺量測的穩定性不足，因為影像容易受到環境光線變化的影響。由此可知，視覺感測器雖然具有許多優勢，但在實際產品應用上還有許多課題要克服。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】353期・101年8月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)